



TÍTULO

**ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE
PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CAFÉ MEDIANTE EL
ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN LA BIOMASA Y EL
SUELO DE SISTEMAS AGROFORESTALES ORGÁNICOS Y
CONVENCIONALES**

AUTORA

María de los Ángeles Aceituno Caal

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2012

Director Francisco Borja Barrera
Tutor Edwin Castellanos
Curso Máster en Conservación y Gestión del Medio Natural: Cambio global y Sostenibilidad socioecológica

© María de los Ángeles Aceituno Caal
© Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



**Universidad Internacional de Andalucía
Sede Santa María de La Rábida
Máster Propio Universitario en Medio Natural, Cambio Global y
Sostenibilidad Socio-ecológica**

Adaptación y mitigación al cambio climático de pequeños productores de café mediante el almacenamiento de carbono en la biomasa y el suelo de sistemas agroforestales orgánicos y convencionales.

María de los Angeles Aceituno Caal

Septiembre 2011

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

18 Avenida 11-95, Zona 15, Vista Hermosa III
Apartado Postal No. 82, 01901
Guatemala, Guatemala, C.A.

PBX: 2369-0791 al 95
2364-0336 al 40
2364-0492 al 97
Fax: 2364-0212
www.uvg.edu.gt

Guatemala, 5 de septiembre de 2011

Universidad Internacional de Andalucía
Sede Iberoamericana Santa María de La Rábida.
-UNIA-

Respetables Señores:

De manera atenta me permito informarles, que he concluido el asesoramiento de la tesis de maestría titulada **“Adaptación y mitigación al cambio climático de pequeños productores de café mediante el almacenamiento de carbono en la biomasa y el suelo de sistemas agroforestales orgánicos y convencionales.”**. Por medio de la presente, otorgo mi visto bueno para que la estudiante María de los Ángeles Aceituno Caal pueda enviar las copias del documento a España para concluir los trámites necesarios para su graduación.

El estudio realizado fue muy valioso para evaluar el almacenamiento de carbono en cafetales de pequeños productores como un medio de adaptación y mitigación del cambio climático de estos agricultores mediante un cambio en el uso de prácticas de la agricultura.

Atentamente,

Edwin Castellanos, Ph.D.
Director
Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad
Tutor de Tesis de Maestría.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA
SEDE SANTA MARÍA DE LA RÁBIDA**

Rector: Juan Manuel Suárez Japón

Vicerrector de ordenación académica y estudios de postgrado: Plácido Navas Lloret

Directora de la Sede Santa María de La Rábida: Yolanda Pelayo Díaz

**AUTORIDAD DEL MÁSTER PROPIO UNIVERSITARIO EN MEDIO NATURAL,
CAMBIO GLOBAL Y SOSTENIBILIDAD SOCIO-ECOLÓGICA**

Director: Francisco Borja Barrera

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen María: Por bendecirme, ser mi luz y mi refugio en todo momento.

A mi Madre: Por su apoyo a lo largo de mi vida y por enseñarme a mantener mis sueños y metas.

A mi Asesor: El Dr. Edwin Castellanos, quien es un excelente catedrático y modelo a seguir. Y quien me proporcionó su apoyo durante la ejecución de la tesis de maestría.

Al Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad de la Universidad del Valle de Guatemala (CEAB / UVG): A Gabriela Alfaro por proporcionarme algunas figuras de medición de carbono que el CEA utiliza en sus estudios y por ayudarme a analizar las muestras de carbono en el Analizador Elemental, a Lucía Solano, por brindarme su ayuda para correr los resultados en el programa de SPSS y por explicarme los resultados de este, a Jorge Roldán por facilitarme el mapa de Guatemala con información necesaria para este estudio. Y muy especialmente a Alma Quilo por su apoyo incondicional en todo momento, durante la realización de la presente y por compartir sus conocimientos en el tema.

A la Asociación Nacional de Café (ANACAFE): Principalmente al Dr. Anzuetto por proporcionarme soporte para el análisis de las muestras de las parcelas evaluadas. Y al Ing. Jiménez por brindarme de manera muy cordial los resultados del análisis de laboratorio como además explicarme las metodologías utilizadas.

Al Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (GIZ): En especial al Ing. Luis Vildoza, quien me brindó su apoyo para conectarme con el CCDA, como así mismo me proporcionó ideas para la ejecución del presente proyecto de investigación.

Al Comité de Campesinos del Altiplano (CCDA): En especial a Elvis Sicán por permitirme realizar mi estudio de tesis en los sitios del CCDA y apoyarlos a determinar cuales son los aspectos a mejorar en las plantaciones de café orgánico y convencional. A Teodoro Juracan Coz porque sin él, no hubiera podido realizar mi trabajo de campo, su ayuda fue imprescindible. Y a Aurelio Yoxón por su apoyo para realizar los mapas de las parcelas evaluadas.

INDICE

	Páginas
SUMARIO	i
SIGLAS	ii
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Cambio global.	10
1.2 Cambio climático y acuerdos nacionales e internacionales.	11
1.3 Ciclo del carbono.	13
1.3.1 Fuentes y sumideros de carbono.	14
1.3.2 Distribución del carbono en los ecosistemas terrestres.	15
1.4 Mitigación y captura de carbono.	15
1.5 Sistemas agroforestales y su contenido de carbono.	16
1.5.1 Formas de intervención para capturar carbono.	17
1.5.2 Experiencias de almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café.	17
II. MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1 Área de estudio.	19
2.2 Metodología utilizada.	20
2.3 Mapeo del sitio y ubicación de parcelas de muestreo.	21
2.3.1 Parcela rectangular.	21
2.4 Carbono almacenado en la vegetación.	22
2.4.1 Mediciones y muestreo de campo.	22
2.5 Análisis de laboratorio para muestras foliares y de suelo.	24
2.6 Cálculos para contenido de carbono por área.	25
2.6.1 Calculo de biomasa para árboles de sombra y cafetales.	25
2.6.2 Estimaciones de biomasa seca en maleza y hojarasca.	25
2.6.3 Densidad de carbono y contenido total de carbono en maleza, hojarasca y suelos.	26
2.6.4 Cálculo de la densidad y total de carbono para el sistema.	26
2.7 Análisis estadístico.	27
2.7.1 SPSS	27
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
IV. CONCLUSIONES	39
V. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	40
VI. ANEXOS	43

SIGLAS

ANACAFE Asociación Nacional del Café
BM Banco Mundial
C Carbono
CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAD Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCDA Comité de Campesinos del Altiplano
CEDECO Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense
CEAB Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad
CMCC Convención Marco de Cambio Climático
CNCC Consejo Nacional de Cambio Climático
CO₂ Dióxido de carbono
FAR Fuerzas Armadas Rebeldes
FLO Fair Trade Labeling Organización
FMI Fondo Monetario Internacional
GEI Gases de Efecto Invernadero
Gt Giga toneladas
ha Hectárea
IPCC Panel Intergubernamental de Cambio Climático (en ingles: Intergovernmental Panel on Climate Change)
Kg Kilogramo
MARN Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MDL Mecanismo de Desarrollo Limpio
OGIC Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta
ONG's Organizaciones No Gubernamentales
ONU Organizaciones de las Naciones Unidas
PK Protocolo de Kioto
REDD Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques
SICA Sistema de la Integración Centroamericana
TM Toneladas métricas
UVG Universidad del Valle de Guatemala

SUMARIO

El cambio climático es sólo uno de los motores del cambio global. La concentración atmosférica de los llamados gases de efecto invernadero GEIs ha aumentado drásticamente desde el principio de la industrialización en el siglo XVIII. El CO₂ es el gas de mayor importancia desde el punto de vista del calentamiento global antropogénico debido al volumen producido año con año.

A pesar de que Guatemala aporta de forma mínima a la emisión global de GEIs, ha venido registrando efectos negativos de eventos meteorológicos de gran intensidad provocando que el país, sea más vulnerable a afrontar fuertes impactos negativos producidos por el cambio climático.

Como consecuencia de esto, nuestra sociedad cada día está desarrollando mayor conciencia orgánica / ecológica y justa, para contrarrestar el impacto de los efectos negativos mediante estrategias de adaptación y mitigación. La captura de carbono en sistemas agrícolas y forestales es una de esas estrategias.

El presente proyecto evaluó el almacenamiento de carbono en cafetales de sistemas agroforestales de manejo orgánico y convencional en el área del Altiplano de Guatemala (San Lucas Tolimán, Sololá). Pudo demostrarse que sí existe diferencia significativa en el carbono de algunos de los componentes evaluados como es el caso de la planta de café, tocones, maleza y hojarasca.

La mediana del carbono almacenado en los árboles (sin incluir la raíz) fue superior para sistema agroforestal de manejo orgánico (94.25 ton C/ha) al contenido de carbono en el sistema convencional (46.63 ton C/ha), mientras que para las plantas de café del sistema convencional (3.83 ton C/ha) fue mayor al del sistema orgánico (2.07 ton C/ha). Para el caso de los tocones, el contenido de carbono almacenado fue superior en el sistema convencional (0.39 ton C/ha) que del sistema agroforestal de forma orgánica (0.24 ton C/ha). La maleza demostró que hay mayor cantidad de carbono almacenado en el sistema agroforestal de manejo orgánico (0.92 ton C/ha) versus al sistema agroforestal tratado de forma convencional (0.02 ton C/ha). En cuanto a la hojarasca, demostró mayor contenido de carbono en el sistema convencional (2.58 ton C/ha) en comparación al sistema orgánico (0.40 ton C/ha). La alta variabilidad de todos estos resultados no permitió determinar una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (excepto para las variables maleza, hojarasca y total café, es decir, plantas de café).

Los resultados obtenidos mostraron mayor almacenamiento de carbono en árboles de sombra comparados con otros estudios realizados para la estimación de carbono en cafetales del país. El principal factor que influyó en los resultados del presente estudio, fue la variabilidad del número de árboles de sombra, así como la variedad y altitud de siembra de café y las condiciones climáticas y edáficas de los sitios de estudio.

El almacenamiento de carbono puede jugar un papel importante para la adaptación y mitigación del cambio climático a pequeños productores mediante un cambio en el uso de prácticas de la agricultura, como se demostró en la maleza y plantas de café de las parcelas orgánicas y convencionales evaluadas.

Palabras claves: Cambio climático; adaptación; mitigación; almacenamiento de carbono; cafetales, sistema de producción orgánico; sistema de producción convencional.

I. INTRODUCCIÓN.

En las últimas décadas, Guatemala ha venido registrando efectos negativos de eventos meteorológicos de gran intensidad como lo fue el Huracán Mitch (1998), sequía en 2001 y 2009, Tormenta Tropical Stan (2005) y Huracán Agatha (2010). A pesar de que Guatemala aporta deforma mínima a la emisión global de gases de efecto invernadero (GEIs) (MARN, 2009), es más vulnerable a afrontar fuertes impactos negativos producidos por el cambio climático.

Los guatemaltecos hemos producido daños a los ecosistemas, por las malas prácticas agrícolas y forestales y el inadecuado uso del territorio. El manejo sostenible de agroecosistemas se ha convertido en uno de los objetivos de la política de cambio climático en Guatemala, para mejorar los impactos económicos y socio-ambientales (MARN, 2009).

A nivel regional, desde 1993 los Ministros de Relaciones Exteriores de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá suscribieron el Convenio Regional sobre Cambio Climático. Para el 2008, los Jefes de Estado y de Gobierno de los países miembros del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) reunidos en San Pedro Sula, Honduras, establecieron su compromiso político declarando “que el cambio climático es uno de los problemas mas graves que enfrenta la humanidad, que sus impactos ponen en peligro el desarrollo económico y social, aumentando la vulnerabilidad de las poblaciones y de sus medios de vida” (CCAD / SICA, 2010).

Siendo Guatemala parte de los países centroamericanos y por su condición de país en vías de desarrollo, vive una problemática socioeconómica, de la cual existe una creciente preocupación ante la incertidumbre del cambio climático a lo que se enfrenta. Las autoridades de gobierno y la cooperación internacional han iniciado medidas para reducir riesgos y aumentar la capacidad de adaptación de los grupos más vulnerables de campesinos al cambio climático y mitigar la reducción de emisiones de GEIs, a través del mercado de carbono que tiene un buen potencial para el desarrollo sustentable para contrarrestar los efectos negativos producidos por el cambio global.

En la Colonia Santa Cruz Quixayá de San Lucas Tolimán, Sololá Guatemala, está ubicado el Comité de Campesinos del Altiplano (CCDA), que es una organización que lucha por el acceso a la tierra y los derechos laborales de los campesinos Mayas en Guatemala.

El CCDA surgió de las Fuerzas Armadas Rebeldes (FAR) en lo alto de la guerra civil, en 1982 en San Martín Jilotepeque, Chimaltenango. Su nombre original era El Comité Campesino en Defensa del Altiplano. Al ser tomado como otro grupo armado, mucho de sus dirigentes fueron secuestrados, desaparecidos, asesinados y exiliados por la represión del gobierno contra grupos sociales y de derechos humanos. Por esta razón, el CCDA cambio su nombre al Comité Campesino del Altiplano y empezó trabajando clandestinamente hasta 1988, sin embargo no se había constituido legalmente hasta el año 2000 cuando logró ser una organización legal (CCDA, 2008).

El CCDA participa, actualmente, al nivel regional, departamental, nacional e internacional en reivindicaciones como acceso a tierra y la situación agraria, derechos laborales, derechos humanos y la situación cultural Maya. El CCDA está presente en siete departamentos de Guatemala: Chimaltenango, Huehuetenango, San Marcos, Sololá, Suchitepéquez, El Quiché y Escuintla.

Dentro de los programas que maneja el CCDA se encuentra Café Justicia, producido por campesinos mayas organizados para proteger sus condiciones laborales y la calidad de su café. Han trabajado en las plantaciones por generaciones. Sin embargo su propia tierra sólo lo han adquirido desde 1998. Para estas familias el café sirve como su fuente principal de ingresos. Estas tierras de café están ubicadas cerca del lago de Atitlán, en el Altiplano Central de Guatemala.

En 2001, el CCDA decidió explorar el proceso de certificación, por lo que contactó a Fair Trade Labeling Organización (FLO) en El Salvador. FLO es la organización internacional en Bonn, Alemania, que funciona como cuerpo de certificación y verificación independiente para asegurar que una relación a largo plazo y de comercio justo existe entre los productores y el importador.

Después de una serie de inspecciones FLO emitió orden de certificar el café como orgánico debido a que la demanda para café certificado en comercio justo no es tan grande sin dicha certificación. Entonces, de las ganancias de sus relaciones de comercio justo de café el CCDA ha podido invertir en la certificación orgánica. Actualmente el CCDA tiene 240 productores certificados como “orgánico”.

Cuando los precios empezaron a bajar en 1998 como resultado de una sobreproducción en el mercado del mundo, cientos de miles de caficultores se encontraron en situaciones financieras precarias. Esta sobreproducción fue resultado de una masiva campaña por parte del Banco Mundial (BM) y del Fondo Monetario Internacional (FMI) durante los 90's que hicieron presión a los países del sureste para incrementar su producción de café como estrategia para cancelar su deuda internacional. El café es uno de los tres principales productos tradicionales de Guatemala, generando año con año grandes fuentes de divisas. Es por ello que este estudio está enfocado en agrosistemas de café de manejo orgánico y convencional.

En el período 2009 - 2010, Guatemala exportó 4,492,243 quintales café oro representando una fuente de divisas al país de US\$ 91,689,897 (ANACAFE, 2011) que fueron enviados a países de la Unión Europea, países Bajos, Estados Unidos de América y Japón Actualmente el precio del saco de café oro de 60 Kg está cotizado en US\$273.30 (ANACAFE, marzo 2011).

Es importante mencionar que desde hace ocho años, la junta directiva y el 70% de los socios del CCDA, decidieron no aplicar más fertilizante químico para evitar seguir contaminando al medio ambiente y que el café tuviera un valor plus en el mercado de comercio justo. Desde hace dos años las parcelas orgánicas del CCDA poseen Certificación Orgánica en 232.32 hectáreas (ha), las cuales incluyen las parcelas evaluadas (Demostrativa, San Jorge, Pasinai y Tzanguacal) por la Agencia Certificadora Mayacert en Guatemala, produciendo en su totalidad de las parcelas de este sistema de producción 37.2Tm (toneladas métricas por año) Actualmente, 67.24ha están en proceso de transición número uno (T1) y 0.5 hectáreas están en transición número tres (T3) (Inspección 2010-2011. Fuente: CCDA). Estas categorías Mayacert las emitió, seguidamente por

una fase de inspecciones realizadas una vez por año, para evaluar el cumplimiento con las normas para la certificación orgánica.

1.1 Cambio global.

Según Duarte (2009), el término cambio global define al impacto de la actividad humana sobre el funcionamiento de la biosfera. Se incluye en este término aquellas actividades que aunque ejercidas localmente, tienen efectos que trascienden al ámbito local o regional para afectar el funcionamiento global del planeta Tierra.

Desde el principio de la industrialización en el siglo XVIII, la concentración atmosférica de los llamados Gases con Efecto Invernadero (GEIs,) aumentó drásticamente. Los GEIs provocan un fenómeno climático llamado “Efecto Invernadero” un fenómeno que impide a la radiación proveniente del sol retornar al espacio, provocando cambios en el clima principalmente en la temperatura media mundial y un aumento en el nivel del mar (IPCC 2001). El aumento de la temperatura está distribuido por todo el planeta y es más acentuado en las latitudes septentrionales superiores a una tendencia entre 0.4°C ay 0.8°C. El nivel del mar ha aumentado desde 1961 a un promedio de 1.8 (entre 1.3 y 2.3) mm/año y desde 1993 a 3.1 (entre 2.4 y 3.8) mm/año en parte por efecto de la dilatación térmica y el deshielo de los polares (IPCC, 2007).

La variación de las concentraciones de GEIs y aerosoles en la atmósfera y las variaciones de la cubierta terrestre y de la radiación solar, alteran el equilibrio energético del sistema climático. Las emisiones mundiales de GEIs por efecto de actividades humanas han aumentado desde la era preindustrial en un 70% entre 1970 y 2004 (IPCC, 2007).

Entre los principales GEIs, resaltan el Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), el Óxido di Nitroso (N₂O); sus fuentes están estrechamente relacionadas con actividades humanas. Se estima que un 75% de las emisiones de CO₂ en los últimos 20 años se debe a la quema de combustibles de origen fósil y que, el restante 25%, se debe principalmente a cambios en el uso de la tierra, especialmente la deforestación. En cuanto al N₂O y al CH₄ las mayores fuentes provienen de actividades industriales como la fabricación y uso de agroquímicos y fertilizantes nitrogenados, la ganadería, la agricultura y la emisión de gases desde los suelos. (Lal *et al.* 1998; Schlesinger 1995, IPCC 2001, citado en CEDECO, 2007).

El CO₂ es el gas de mayor importancia desde el punto de vista del calentamiento global debido al volumen antropogénico producido todos los años que resulta en un aumento en su concentración atmosférica y por el tiempo de residencia del gas en la atmósfera. El uso de suelo tiene implicaciones directas sobre la capacidad de retener carbono. El tipo del suelo determina en gran medida la descomposición de la materia orgánica. El carbono del suelo también varía con la profundidad. La cantidad de carbono almacenado en las pasturas tropicales en el suelo y la herbácea ha sido estimada en 16 a 48 ton/ha. Comparada con las sabanas, las pasturas con base en gramíneas "mejoradas" secuestran más carbono en partes profundas del perfil del suelo, generalmente debajo de la capa arable (10-15 cm, generalmente). Esta característica hace que este carbono este menos expuesto a los procesos de oxidación y por tanto su pérdida como gas invernadero (Bruce, Haites, Rattan y Faustian, 1999).

Debido al cambio climático y a la influencia de las actividades humanas, los ecosistemas se ven particularmente afectados, entre los que se pueden mencionar los ecosistemas acuáticos (tanto

marinos como continentales), los bosques templados caducifolios, las praderas templadas y los bosques mediterráneos y tropicales (Duarte, et al., 2006). Los impactos son debidos a las actividades humanas como el cambio de usos del suelo, la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la destrucción y fragmentación de hábitats, la introducción de especies exóticas y la alteración de las condiciones climáticas (Sala, et al., 2000, citado en Duarte, et al., 2006). A este conjunto de cambios ambientales influenciados por la actividad humana se denomina cambio global (Duarte, et al., 2006).

Según Duarte y colaboradores (2006), los impactos del cambio global sobre los ecosistemas afectan los servicios que estos prestan a la sociedad. Estos servicios incluyen: la provisión de alimentos; materias primas como madera o recursos biotecnológicos; la regulación de la composición de la atmosfera (oxígeno, CO₂); la regulación climática (a través de la evapotranspiración y regulación de gases); la atenuación de perturbaciones (tormentas, temporales y huracanes); actividades culturales y servicios a la agricultura como la polinización de cultivos y control de plagas.

Los cambios en la biodiversidad en un lugar determinado afecta la capacidad del ecosistema para prestar servicios y para recuperarse de los impactos (Duarte, et al., 2006). Estos cambios en los ecosistemas, están repercutiendo directa o indirectamente sobre el bienestar humano, ya que comprometen el funcionamiento de los mismos y su capacidad de generar beneficios esenciales para la sociedad (Martín-López, Gómez-Baggethun, Montes, 2009).

1.2. Cambio climático y acuerdos nacionales e internacionales.

El cambio climático es uno de los componentes del cambio global y se refiere al efecto de la actividad humana sobre el sistema climático global, que siendo consecuencia del cambio global afecta, a su vez, a otros procesos fundamentales del funcionamiento del sistema Tierra (Duarte, et al., 2009).

En los últimos años el aumento de temperatura está distribuido por todo el planeta y es más acentuado en las latitudes septentrionales superiores. Las regiones terrestres se han calentado más aprisa que los océanos. El aumento de nivel del mar concuerda con este calentamiento, en parte por efecto de la dilatación térmica y por el deshielo de los glaciares, de los casquetes de hielo y de los mantos de hielo polares (IPCC, 2007).

Desde inicio del siglo pasado la precipitación ha aumentado notablemente en América del sur y del norte, Europa septentrional, y Asia septentrional y central, aunque disminuyó en el sur de África y en ciertas partes del sur de Asia (IPCC, 2007).

Los intercambios naturales de carbono (C) entre la atmósfera, los océanos y los ecosistemas terrestres actualmente han sido modificados por las actividades humanas como ya se mencionó anteriormente. Algunos estudios han sugerido que la elevación de las concentraciones atmosféricas de CO₂ podría aumentar la productividad forestal y acelerar las tasas de crecimiento de la producción agrícola cultivos y pastizales. Sin embargo cambios negativos también se asocian con una mayor concentración atmosférica de CO₂ que incluye un aumento de la temperatura global (Oelbermann, Voroney y Gordon, 2004).

Ante tales cambios climáticos, a nivel regional ha surgido la necesidad de tomar acciones como lo hizo el Grupo Silvopastoril del Departamento de Agroforestería del CATIE, con diferentes proyectos de investigación para la evaluación de la capacidad de secuestro de carbono en sistemas de pasturas, agropastoriles y silvopastoriles en el ecosistema de bosque tropical americano. Se propone contribuir al desarrollo sustentable, al alivio de la pobreza y a la mitigación de efectos indeseables de los gases de efecto invernadero sobre el cambio climático, en particular el CO₂. Se evaluó niveles de acumulación de carbono en el tiempo en diferentes sistemas de manejo de la tierra dentro de cada sub-ecosistema (CATIE, 2007).

Los alcances de la política nacional de cambio climático incluyen la reducción de la vulnerabilidad del país a eventos extremos, el reforzamiento de la capacidad de adaptación y la contribución a la reducción de emisiones de GEIs así como el aprovechamiento de los mercados de carbono. La política nacional de cambio climático en Guatemala, estableció fundamentos que apoyen valores o ideas que sustenten a:

- Que el desarrollo de las sociedades no se debe lograr a costa del capital natural, ni de la calidad del medio ambiente, ni de la puesta en riesgo de la seguridad en sus diferentes manifestaciones (seguridad alimentaria, seguridad ciudadana, seguridad jurídica, seguridad ambiental, etc.).
- Las acciones de mitigación a nivel internacional deben ser acompañadas de transferencias de tecnología y mecanismos de financiamiento para la reducción de nuestra vulnerabilidad y mejoramiento de la capacidad de adaptación al Cambio Climático. Esto debe efectuarse de acuerdo a la responsabilidad histórica de los países que más han contribuido a exacerbar el fenómeno del cambio climático.
- La defensa de la soberanía nacional y los intereses nacionales respecto a los bienes naturales es una obligación de todos los guatemaltecos (MARN, 2009).

En 1992 en la Conferencia para el Medio Ambiente y Desarrollo de la Organización de la Naciones Unidas (ONU) en Brasil, fue presentada la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC). La CMCC tiene como objetivo estabilizar las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero a un nivel que prevenga los impactos peligrosos de las actividades humanas en el sistema climático. El Protocolo de Kioto (PK) firmado en Diciembre de 1997, que es el protocolo más importante hasta la fecha de dicha convención, incluye límites legalmente vinculantes para las emisiones de GEIs de los países industrializados. Aunque los límites para cada país son diferentes, el protocolo compromete a los países industrializados a reducir, en conjunto, las emisiones de GEIs en 5% bajo de los niveles del 1990 (el año base), durante el período comprendido entre los años 2008 a 2012 (Brown, 1998).

El Gobierno de la República de Guatemala firmó la Convención Marco de la ONU sobre el Cambio Climático el 13 de junio de 1992 y la ratificó el Congreso de la República, mediante el Decreto Legislativo No. 15-95 del 28 de marzo de 1995 (MARN, 2001).

Desde la firma y ratificación de la convención sobre cambio climático, Guatemala ha realizado una serie de acciones tendientes a cumplir sus compromisos como parte de la convención. En efecto, el 27 de junio de 1997 por medio del Acuerdo Gubernativo No. 474-97 se creó la Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta (OGIC), mientras que el 27 de julio de 1997 se instituyó el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC) conformadas ambas entidades por

los principales actores de la sociedad guatemalteca (Sector Gobierno, Sector Privado, Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) y Academia). El 7 de julio de 1999 el país ratificó el Protocolo de Kioto a través del Decreto Legislativo No. 23-99; el protocolo había sido suscrito por el Gobierno el 10 de julio de 1998 (MARN, 2001).

La política nacional de cambio climático en Guatemala define con claridad el objetivo que se debe perseguir como país, es que todos los actores deben asumir a sus acciones. La política va dirigida al Desarrollo Humano Transgeneracional–DHT- y a la erradicación a la pobreza a través de:

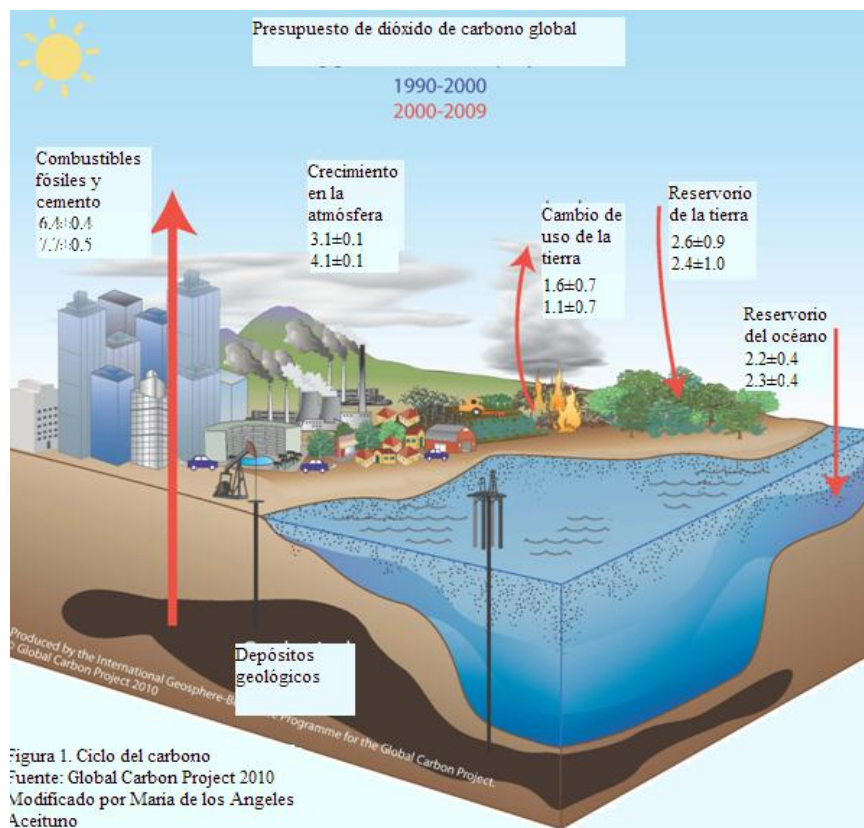
- Mejorar la calidad de vida de la población en el contexto del cambio climático global a través del ejercicio de sus competencias ambientales.
- Promover cambios de actitudes y comportamientos para proteger y enriquecer el ambiente construyendo una bioética nacional.
- Impulsar la responsabilidad socio-ambiental de todos los sectores.
- Asegurar el uso de bienes y servicios ambientales para usos multi-finalitarios.
- Promover la conservación y fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas–SIGAP (MARN, 2009).

De acuerdo con la Food and Agriculture Organization (por sus siglas en inglés FAO) (2003), las medidas legislativas que los gobiernos pueden tomar para dar cumplimiento a la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC) y al PK son:

1. Regular el manejo forestal y el uso forestal. Por ejemplo, se puede limitar la cosecha y exigir la inmediata reforestación en áreas aprovechadas de mayor prioridad para la captura de dióxido de carbono.
2. Regular la producción y uso de productos forestales, lo mismo que la disposición y uso de desperdicios y manejo de residuos.
3. Regular a los productores de emisiones GEIs y promover la inversión en sumideros de carbono (Sobenes, et al., 2003).

1.3 Ciclo del carbono.

El ciclo del carbono es dinámico y continuo; consiste en el intercambio de la forma gaseosa como dióxido, entre la atmósfera terrestre y sus formas sólidas y solubles en los combustibles fósiles, los océanos y la vegetación y suelos de los ecosistemas terrestres como se muestra en la Figura 1. El tiempo promedio de residencia de una molécula de CO₂ en la atmósfera, antes de que sea removida por otro sumidero, es de cerca de tres años (FAO, 2000, citado en CEDECO, 2007). Hay un intercambio entre la atmósfera y los ecosistemas terrestres de aproximadamente 60 Gt en cada dirección; es decir, entre la atmósfera y los ecosistemas terrestres por fotosíntesis y entre los ecosistemas terrestres y la atmósfera por los procesos de respiración de las plantas y los microorganismos en la hojarasca y en el suelo (FAO, 2000, citado en CEDECO, 2007).



Los modelos tradicionales del ciclo del carbono se han enfocado en un larga transferencia anual de CO_2 de la atmósfera a las plantas durante el proceso de fotosíntesis y el largo “retorno” del gas a la atmósfera durante el proceso de descomposición, aunque los modelos recientes toman en cuenta el intercambio de carbono entre la atmósfera y el océano (Schlesinger, 1995, citado en CEDECO, 2007). El actual ciclo global del carbono posee dos flujos significativos entre depósitos e intercambios:

1. Entre la atmósfera y la vegetación (120 Gt/año), que incluye intercambios del suelo de 60 Gt año⁻¹.
2. Entre la atmósfera y el océano (105 a 107 Gt/año).

1.3.1 Fuentes y sumideros de carbono

El intercambio de carbono entre la atmósfera y la tierra consta de fuentes (proceso o actividad que emite carbono a la atmósfera) y de sumideros (proceso o actividad que retira carbono de la atmósfera). Las principales fuentes de carbono son la industria y los medios de transporte, que utilizan combustibles fósiles, la deforestación y las actividades agrícolas, que reducen los contenidos de dicho elemento de la vegetación y del suelo (Cuadro 1). Cualquier alteración o disturbio en estas fuentes afecta directamente a las otras y pueden existir interconexiones entre fuentes (Lal et al., 1995, citado en CEDECO, 2007). Por su parte, los principales sumideros son los océanos y los ecosistemas terrestres, que almacenan al carbono en la vegetación y en los suelos

Cuadro 1.

Fuentes y emisión de carbono	Sumideros de carbono
Industria y transportes	Océanos
Deforestación	Sistemas terrestres húmedos, incluyen pantanos, ciénagas y esteros
Prácticas de quema e incendios para producción agrícola	Bosques primarios* y bosques secundarios
	Pastos nativos, introducidos o mejorados
Manejo de residuos de arroz inadecuado	Biomasa de cultivos
	Otros sistemas: agroforestería, silvopastoriles y agricultura orgánica

Fuente: FAO, 2000

*Bosques primarios constituyen importantes sumideros de carbono para el planeta, deberían de ser reconocidos como tales en el Protocolo de Kyoto

1.3.2 Distribución del carbono en los ecosistemas terrestres

Según Hamburg (2000), citado en CEDECO (2007), el carbono se encuentra formando parte de todos los elementos que componen los ecosistemas terrestres. Tomando en cuenta su existencia en estos ecosistemas, éste se puede dividir básicamente en cuatro clases o niveles:

- Carbono depositado en los suelos de manera orgánica e inorgánica.
- Biomasa por debajo de la superficie terrestre.
- Biomasa muerta por encima de la superficie terrestre.
- Biomasa viva por encima de la superficie terrestre.

El carbono por encima de la superficie terrestre se refiere a la materia vegetal (viva y muerta) en distintas fases de descomposición. Por ejemplo, árboles, arbustos, pasturas, hojarasca y otras formas de materia en descomposición. El carbono por debajo de la superficie del suelo se encuentra como material orgánico en forma de humus, conformando raíces vivas o muertas y en la biota del suelo (microbios y artrópodos) que pueden estar distribuidas a diferentes profundidades del suelo, aunque principalmente están en la parte superior de los perfiles (FAO 2000, citado en CEDECO, 2007).

1.4 Mitigación y captura de carbono

En la esfera global, la sociedad cada día está desarrollando mayor conciencia orgánica y justa. Esta conciencia pretende evaluar y tratar el impacto en el medio ambiente mediante la implementación de técnicas conservacionistas, evitando prácticas contaminantes, generadas principalmente por productos que el ser humano consume.

Actualmente, las medidas para la implementación de la Convención de Cambio Climático en el ámbito nacional, han realizado importantes adiciones tanto en estrategias como en planes, programas y políticas de diferentes sectores vinculados con el cambio climático. Sin embargo, aún quedan varias medidas por adoptar para la implementación de la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC), que fueron señaladas en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático referente al ámbito forestal, publicada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en el 2001. Dentro de tales medidas se pueden citar las siguientes:

1. *Lineamientos Básicos para la Reducción de Emisiones en los Recursos Forestales.* La cobertura boscosa, además de ser el principal sumidero de dióxido de carbono, participa

en la dinámica de flujo de los GEIs en la atmósfera terrestre y colabora en el balance climático nacional, regional y global.

2. *Opciones de Reducción de Emisiones.* Las principales opciones de reducción de emisiones están orientadas al mantenimiento y aumento de las reservas de carbono, así como a las actividades bioenergéticas. Esto implica lo siguiente:
 - a. Mantenimiento de las reservas de carbono
 - Protección y conservación de los bosques.
 - Incremento de la eficiencia del manejo forestal, cosecha y utilización de productos.
 - b. Aumento de las reservas de carbono
 - Aumento de la cobertura boscosa.
 - Aprovisionamiento de productos forestales.
 - Promoción de servicios ambientales.
 - c. Actividades bioenergéticas
 - Puesta en marcha de políticas y proyectos que tiendan a mejorar la utilización del recurso de la biomasa como fuente de energía.

Dentro del potencial de mitigación del sector forestal, Guatemala podría aportar 30 millones de toneladas de carbono a la mesa de negociaciones internacionales sobre cambio climático, generadas mediante proyectos enmarcados dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Sobenes, et al., 2003).

El primer paso para estimar el potencial de mitigación del sector forestal para el cambio climático fue determinar la disponibilidad de Áreas Kioto en Guatemala. Esto implica identificar las tierras disponibles para la reforestación o forestación a partir de 1990 y que en la actualidad estén todavía disponibles, es decir, que no tengan cobertura forestal (Sobenes, et al., 2003).

El segundo paso en el proceso consistió en determinar el potencial de forestación y reforestación bajo el esquema de MDL de las tierras Kioto ya definidas. Este potencial se estableció considerando variables sociales (densidad de población, pobreza, nivel de educación), económicas (uso actual del suelo, tendencias de producción en los últimos años) y biofísicas (uso potencial del suelo) (Sobenes, et al., 2003).

1.5 Sistemas agroforestales y su contenido de carbono

América Latina alberga un gran potencial para la captura de carbono y producción de biomasa (Benítez y Obersteiner, 2005).

Estudios económicos sobre la captura de carbono en América Latina han proporcionado hasta ahora estimaciones de los costos asociados con los niveles de captura. Estos estudios proporcionan información sobre los costos promedio de captura de carbono para las regiones, determinado la heterogeneidad de los precios (precios por ejemplo, la tierra y la madera), y la heterogeneidad en los atributos de la tierra (por ejemplo, la productividad primaria neta y la aptitud para la agricultura) (Benítez y Obersteiner, 2005).

Según Reicher (1999) la agricultura es única entre las industrias del mundo en que sus propias emisiones de dióxido de carbono son bajas, y tiene el potencial para la remoción y secuestro de grandes cantidades de dióxido de carbono de la atmósfera.

La agricultura mundial contribuye con aproximadamente el 4% de las emisiones mundiales de dióxido de carbono. Sin embargo, la agricultura desempeña un importante papel como sumidero de carbono por secuestro de grandes cantidades de carbono en la vegetación, el suelo, y los bienes comerciales de larga duración producidos a partir de plantas (Reicher, 1999).

Las prácticas de la agricultura orgánica como el retorno de residuos, la cobertura vegetal, la aplicación de abonos orgánicos o compost incrementan la materia orgánica en los suelos y su fertilidad. Por un lado, se convierte en un importante sumidero y fuente de nutrientes y, por el otro, el CO₂ puede ser fijado a largo plazo. Dentro de esta lógica, la incorporación de árboles de sombra en sistemas orgánicos diversificados captura CO₂ y brinda beneficios agrícolas como el acceso a nutrientes en capas de suelo más profundas (Altieri 1999, citado en CEDECO, 2007).

1.5.1 Formas de intervención para capturar carbono

La captura de carbono tiene que ser dirigida al almacenaje a largo plazo de materia orgánica y al aumento de la biomasa en los sistemas de producción. En este sentido, los sumideros más prometedores son todo tipo de ecosistemas agroforestales y suelos vírgenes y agrícolas (FAO 2002, citado en CEDECO, 2007).

Existen diversas estrategias para aumentar la captura de carbono de la atmósfera y a su vez para reducir la emisión de GEIs. La materia orgánica en los suelos es influenciada por condiciones y elementos tales como: la precipitación, la temperatura, el contenido de arcilla, el suministro de biomasa y el drenaje interno del suelo. Prácticas agrícolas como retorno de residuos, abonamiento con estiércoles, labranza, agroforestería o prevención de erosión tienen una influencia sobre la conservación de materia orgánica del suelo (Duxbury, 1995; Lal and Logan, 1995, citado en CEDECO, 2007).

1.5.2 Experiencias de almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café.

Los sistemas agroforestales tienen importancia como estrategia de captura de carbono debido al potencial de almacenamiento de carbono en sus múltiples especies de plantas y el suelo, así como su aplicabilidad en las tierras agrícolas y de reforestación. Al igual que en otros sistemas de uso de la tierra, la medida de carbono secuestrado dependerá de la cantidad de carbono en biomasa en pie, el carbono recalcitrante que permanece en el suelo y el carbono secuestrado en los productos de madera (Montagnini, 2004).

Los sistemas agroforestales también pueden tener un efecto indirecto sobre el secuestro de carbono cuando ayuda a disminuir la presión sobre los bosques naturales, que son el mayor sumidero de carbono de los ecosistemas terrestres. Otra vía indirecta de captura de carbono es a través de la utilización de tecnologías agroforestales para la conservación del suelo, que podría facilitar el almacenamiento de carbono en los árboles y los suelos. Los sistemas agroforestales con cultivos perennes pueden ser importantes sumideros de carbono, mientras que el manejo intensivo de sistemas agroforestales con cultivos anuales son más similares a la agricultura convencional (Montagnini, 2004).

Según Castellanos, y coautores (2010) el cultivo de café en Guatemala ha traído muchos beneficios de carácter económico al país. Los beneficios ambientales del cultivo del café incluyen: conservación de la biodiversidad, mejoramiento de las condiciones físicas, química y biológicas del suelo, mantenimiento de los ciclos hidrológicos y del microclima y también reducen el efecto negativo del exceso de CO₂ en la atmósfera, fijándolo como componente de la biomasa y liberando oxígeno.

Según MARN (2001), durante 1990 las emisiones y absorciones de GEIs provenientes del cambio de uso de la tierra y silvicultura fueron analizadas actividades de cambio en bosques y otras reservas leñosas, la conversión de bosques y sabanas, abandono de tierras manejadas agrícolamente y a los suelos. Determinando que a través de la cobertura boscosa se absorbieron 37871.929 Gg de dióxido de carbono mientras que las tierras agrícolas abandonadas absorbieron 2967.733 Gg de CO₂ y los suelos 2064.065 Gg de CO₂; en total se absorbieron 42,903.727 Gg de CO₂. La absorción neta fue de 35,414.108 Gg de CO₂.

En las actividades agrícolas se calcularon las emisiones generadas en la combustión de residuos de las cosechas en el campo, en la quema prescrita de rastrojos (llamadas rozas en Guatemala) y las emisiones derivadas de los cultivos de arroz. La generación de CO₂ derivada de la quema de residuos agrícolas es reabsorbida durante el ciclo de crecimiento de las cosechas por lo que el balance neto en términos de CO₂ es igual a cero. En 1990 se generaron 4.282 Gg de metano, 0.108 Gg de óxido nitroso, 89.917 Gg de monóxido de carbono y 3.912 Gg de óxidos de nitrógeno. Los cultivos considerados fueron el maíz, frijol sorgo, trigo, arroz y caña de azúcar. Las absorciones de dióxido de carbono están asociadas a las reservas leñosas, a las tierras agrícolas que han sido abandonadas y a los suelos agrícolas (MARN, 2001).

Los sistemas agrícolas convencionales influyen negativamente porque entre las prácticas específicas del Modelo Agrícola Tradicional contribuyen a la emisión de GEI's, por lo tanto al calentamiento global. Se destaca el uso de fertilizantes químicos industriales.

Los resultados de 23 años del Instituto Rodale en sistemas de producción de primera instancia (FST por sus siglas en inglés) han comparado los sistemas de cultivos orgánicos y convencionales en la cual muestran que los sistemas orgánicos reducen el dióxido de carbono el cual tiene un importante posicionamiento en la agricultura por frenar el cambio climático dentro de los gases de efecto invernadero (Hepperly, s.f.).

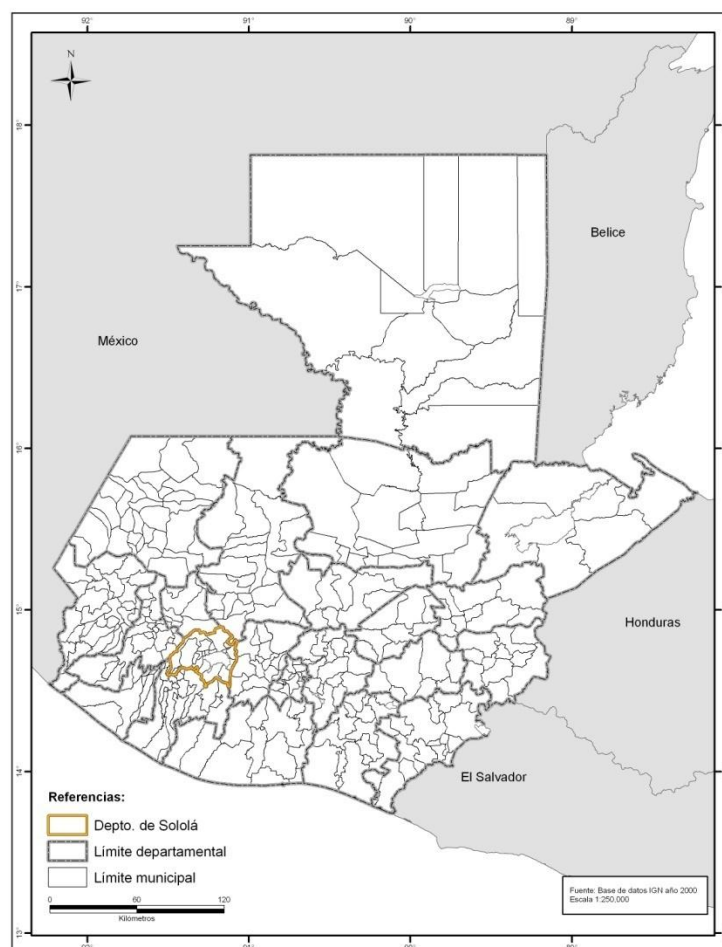
En Guatemala existen experiencias de estudios en almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales, como el proyecto de investigación de Schmitt-Harsh (2011), candidata a Doctorado (Ph.D) en Ciencias Ambientales de la Universidad de Indiana-Bloomington (*Medición de carbono en plantaciones de café en San Juan La Laguna y San Pedro La Laguna, Sololá, Guatemala*, evaluado en la parte sur oeste de dicho departamento; como también el estudio del CEAB / UVG (2010), *Estudio línea base de carbono en cafetales 2010* el cual fue evaluado en la zona de la costa del pacífico, y el documento de ANACAFE (1998), *Cuantificación estimada del dióxido de carbono fijado por el agrosistema café en Guatemala*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio.

Guatemala pertenece a los países centroamericanos, limita al Oeste y al Norte por México, al Este por Belice y al Sur por el mar Caribe, Honduras y El Salvador (Mapa 1). El país cuenta con una extensión territorial de 108,889Km² (Enciclopedia Larousse, 1990) y una población estimada de 14.7 millones de habitantes (INE, marzo, 2011). De esta población el 50 por ciento es indígena (grupos mayas) y se dedican principalmente a actividades agrícolas (Banco Mundial, 2008). Posee además 22 departamentos dentro de su territorio nacional.

Mapa 1. Mapa de Guatemala



El departamento de Sololá cuenta con 19 municipios (Mapa 2) siendo San Lucas Tolimán el área de estudio, tal como se muestra en el Mapa 2. Los mapas de los sitios de estudio como las parcelas evaluadas se muestran en Anexos La densidad poblacional de San Lucas Tolimán es de 424,068 habitantes por Km² (INE, 2010); la población se divide en grupos Kakchiquel, K'iche' y no indígenas. Su nombre lo ha tomado del volcán Tolimán. Cuenta con servicios básicos, medios de comunicación, periódico escrito y comodidades al turismo (Oceano, s.f).

Mapa 2. Mapa del departamento de Sololá, y el municipio de estudio San Lucas Tolimán.



Fuente: Obtenida de Internet en la página: <http://miblogchapin.wordpress.com/2009/10/15/mapa-del-departamento-desolola/solola/>

Las condiciones agroecológicas de San Lucas Tolimán son suelos de origen volcánico, posee una extensión territorial de 116 kilómetros cuadrados y una altura media de 1591 metros sobre el nivel del mar. Es una región principalmente cafetalera. El departamento en su totalidad forma parte del Altiplano de Guatemala, predominando clima templado (Oceano, s.f).

2.2 Metodología utilizada.

La metodología utilizada fue la del Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad (CEAB) de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) para estimar el carbono en ecosistemas terrestres. Se basa en los procedimientos para realizar un inventario forestal, los cuales fueron adaptados para estimar el total de la biomasa. Los métodos de campo son básicamente los mismos que los procedimientos que expertos forestales han desarrollado en sus propias investigaciones o para la creación de guías internacionales (Castellanos, et al., 2010). Los materiales utilizados durante la fase de recolección de muestras se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Materiales y equipo utilizado

Materiales

GPS

Brújula

Cinta métrica

Cinta diamétrica

Pesa electrónica OHAUS

Pesola de 5 Kg

Costal

Tubo (0.10m) para suelos

Calibrador de metal

Bolsa de papel

Rastrillo

Bolsas de plástico

Marcadores

Formularios para colecta de datos

Las guías internacionales para la medición de carbono almacenado, como el Estándar Voluntario de Carbono (VCS) (2008), MacDicken (1997), y la Guía del IPCC (2003) recomiendan estimar el carbono de los componentes forestales siguientes:

- a) Biomasa por encima del suelo.
- b) Biomasa por debajo del suelo (por motivos de tiempo, no se midió este componente por dificultades metodológicas).
- c) Suelo.
- d) Hojarasca (Castellanos, et al., 2010).

2.3 Mapeo del sitio y ubicación de parcelas de muestreo.

Los sitios de estudio fueron seleccionados por el CCDA. Se recorrió todo el sitio y se selecciono al azar las parcelas a evaluar.

Una vez que las parcelas fueron identificadas con ayuda de una persona local, se tomó las coordenadas a través de un GPS (para obtener los mapas de cada parcela a evaluar). Seguidamente, se procedió a delimitar la parcela rectangular.

Se utilizó parcelas anidadas, es decir en forma de rectángulo (aceptada por los protocolos internacionales del IPCC y REDD Sourcebook). La parcela rectangular anidada, es recomendada para sistemas naturales o plantaciones de baja variabilidad (Castellanos, et al., 2010).

2.3.1 Parcela rectangular.

El tamaño de la parcela rectangular mayor fue de 25m de longitud y 10 de ancho (25m x 10m = 250mt²).

Dentro de la parcela grande se delimitaron 2 parcelas más pequeñas: la primera de 1m x 1m y la segunda de 5m x 5m, las cuales corresponden a mediciones de otros componentes. La Figura 3, muestra la dimensión de las parcelas anidadas y las componentes que se evaluaron en cada una de ellas. Un resumen de las parcelas usadas se muestra en el Cuadro 3.

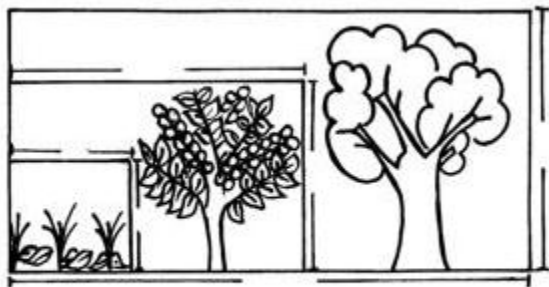


Figura 3. Parcela rectangular de muestreo para la medición de carbono

Fuente: Castellanos, et al., 2010.

Cuadro 3.

Tamaños y componentes de carbono evaluados en cada subparcela

Parcela	Dimensión / Área Rectangular	Componente evaluado
1ra. subparcela	1m x 1m $A = 1\text{m}^2$	Maleza, hojarasca y suelo
2da. subparcela	5m x 5m $A = 25\text{m}^2$	Árboles jóvenes y arbustos
3ra. subparcela	25m x 10m $A = 250\text{m}^2$	Arboles grandes, mayores a 1.30m de DAP

Fuente: Castellanos, et al., 2010).

2.4 Carbono almacenado en la vegetación.

2.4.1 Mediciones y muestreo de campo.

En cada parcela los datos generales como las coordenadas, orientación, pendiente, fecha de colecta y algunas referencias geográficas fueron registrados en cada punto de muestreo.

a) Primera subparcela: maleza, hojarasca y suelo.

Los componentes como la maleza, hojarasca y suelo se muestrean en la primera subparcela (1m^2). Primeramente se colecto todo el material foliar vivo dentro del 1m^2 para luego adjuntar la hojarasca y maleza por separado. Seguidamente se peso los componentes de manera individual como se muestra en la Figura 4. A ese peso se le conoce como peso húmedo total en campo. Una vez recolectada estas muestras, se procedió a extraer la muestra con un tubo de 10 cm de diámetro de suelo como se muestra en la Fotografía 1.



Fotografía 1.

Una pequeña muestra de cada componente fue colectado para determinar el contenido de humedad en el laboratorio de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE) para posteriormente calcular la biomasa seca y el carbono.

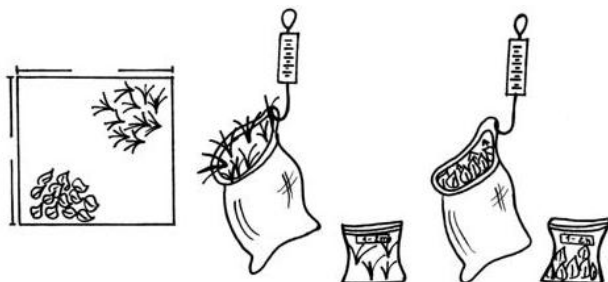


Figura 4. Separación, peso húmedo, total y colecta de muestras de la maleza y hojarasca.
Fuente: Gabriela Alfaro M.

b) Segunda subparcela: árboles jóvenes y arbustos.

Se midieron los árboles jóvenes y arbustos que estuvieran dentro de los 25m². Se tomó el diámetro altura base (DAB) y altura del cafetal como el DAB y altura del tocón e hijos, aproximadamente a 10 cm por encima del suelo como se muestra en la Fotografía 2.



Fotografía 2.

c) Tercera subparcela: árboles grandes.

En la parcela de mayor dimensión (250m²), se realizó el inventario de los árboles grandes (de sombra), desde el punto más alto de la pendiente del suelo se midió el diámetro altura pecho (DAP) a 1.30m como se muestra en la Fotografía 3, además se registró la altura y especie como también si estaba bifurcado, podado, etc. Estas variables se sustituyeron en las ecuaciones de biomasa, para estimar la biomasa seca y carbono de cada árbol.



Fotografía 3.

2.5 Análisis de laboratorio para muestras foliares y de suelo.

Diecisiete muestras foliares y doce muestras de suelo fueron colectadas de las parcelas Orgánicas mientras que dieciséis muestras foliares y doce muestras de suelo fueron colectadas de las parcelas convencionales. Seguidamente, fueron llevadas todas las muestras al laboratorio de suelos de ANACAFE. Las muestras de hojarasca y maleza fueron deshidratadas en 24 horas a 65 grados centígrados para determinar el peso seco total. Mientras que a las muestras de suelo, se les realizó lo siguiente:

- 1) *Determinación de la textura por el método de Bouyuco*, el cual consiste en establecer las propiedades físicas del suelo a través del porcentaje de arcilla, limo y arena.
- 2) *Determinación de la densidad aparente del suelo o peso específico aparente*: Esta propiedad química, determina el peso del volumen de suelo, el cual fue *tamizado* por un tamiz número 10 (abertura 2 mm.) incluyendo el volumen ocupado por sus espacios porosos. El procedimiento se realiza de la siguiente manera:
 - a) En una probeta de 100 ml. llenarla cuidadosamente y exactamente a 60 ml. con la muestra de suelo preparada (base seca al aire y tamizada).
 - b) Tapar la probeta con un tapón de hule y compactar el suelo pegándole 30 golpes secos en la parte inferior de la probeta. Tome la lectura hasta donde se compacto el suelo en ml.
 - c) Sacar el suelo de la probeta y obtener el peso exacto en gramos de la masa de suelo que compacto. El peso debe ser en BASE SECA.

Cabe mencionar que esta no es una densidad en el medio natural por lo que añade error al cálculo. La fórmula para determinar la densidad aparente es:

$$\text{Densidad aparente (D}_{ap}\text{)} = \text{Peso muestra compactada en g} / \text{volumen del suelo compacto en ml.}$$

3) *Determinación de la materia orgánica*, se estableció por el método Walkley y Black mediante las soluciones: extractante para Fósforo, Potasio con Olsen modificado, para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con DTPA (ácido dietilentriaminopentacénico) y para Calcio, Magnesio y Aluminio con KCl 1 normal.

4) *Determinación del carbono*, se tomo 1 gr de suelo fino de cada una de las muestras antes mencionadas, seguidamente en el Laboratorio del CEAB / UVG, se colocaron en un horno eléctrico de secado, secándose a 100°C, durante dos horas para determinar el porcentaje de humedad remanente y poder hacer las correcciones de humedad por muestra del valor que nos da el aparato de carbono.

Simultáneamente, una segunda muestra se utilizó para analizar el porcentaje de carbono y nitrógeno mediante el aparato NC Soil Analyzer Flash EA 1112 (Flash EA 1112 de Elantech).

El analizador de carbono y nitrógeno se calibró con ácido aspártico (ácido L-aspártico de prueba – Termo Electro Sp.A: C: 36.09%, N: 10.52%) antes de empezar a correr las muestras.

Una vez el analizador fue correctamente calibrado, las muestras de suelo se colocaron dentro del analizador y se determinó automáticamente el porcentaje de nitrógeno y carbono.

2.6 Cálculos para contenido de carbono por área.

2.6.1 Cálculo de biomasa para árboles de sombra y cafetales.

Para calcular la biomasa de árboles de sombra y biomasa para cafetales y tocones por arriba del suelo, se utilizaron ecuaciones de biomasa publicadas en estudios previos para Guatemala y otras partes del mundo (Cuadro 4.) Las ecuaciones utilizadas permitieron transformar una medición de tamaño (diámetro, altura) en una estimación de biomasa seca.

Cuadro 4.

Cultivo/Especie	Ecuación	Referencia
Latifoliadas bosques con 900-1,500 mm de lluvia	Biomasa = $0.1359 * (DAP)^{2.32}$ DAP Diámetro a altura del pecho 5-40 cm	Brown, 1997
Banano: <i>Musa paradisiaca</i> L.	Biomasa = $0.03 * (DAP)^{2.13}$ DAP 7-28 cm	van Noordwijk et al., 2002
<i>Grevilea robusta</i>	$X = 0.09517 * X^{2.47013}$ Donde: Y = DAP, cm y Y = Biomasa seca en Kg	Castellanos, et al., 2010
Plantas de café	$X = 0.1955 * X^{1.648}$ Donde: Y = DAP, cm y Y = Biomasa seca en Kg	Castellanos, et al., 2010
Tocones de café	$X = 0.1124 * X^{0.5435}$ Donde: Y = DAP, cm y Y = Biomasa seca en Kg	Castellanos, et al., 2010

Las ecuaciones de biomasa proveen pesos secos en kilogramos (Kg) para biomasa arriba del suelo. Este dato se multiplicó por el factor de 0.27 para agregar la biomasa de las raíces (biomasa debajo del suelo) y luego se multiplicó por 0.5 para convertir a carbono (IPCC, 2003, citado en Castellanos, et al., 2010). La sumatoria de todos los individuos de cada parcela evaluada (árboles 10x25m, cafetales 5x5m) fue dividida dentro del área muestreada, en hectáreas de acuerdo a la Ecuación 3.

2.6.2 Estimación de biomasa seca en maleza y hojarasca.

Se utilizó la ecuación 1 para obtener el peso húmedo y seco de las materias foliares, el cociente que se obtuvo de la ecuación representa el porcentaje de materia seca.

(Ecuación 1) $MS = PS / PH$

Donde MS = material seca de las muestras; PS = peso seco de las muestra (g); PH = peso húmedo de la muestra (g). (Castellanos, et al., 2010)

La conversión del peso húmedo de campo a biomasa se realizó a través de la ecuación siguiente:

(Ecuación 2) $BT = PHc \times MS$

Donde BT = Biomasa total seca (Kg) de la hojarasca, maleza, arbustos o árboles jóvenes; PHc = peso húmedo total registrado en campo (Kg); MS = materia seca de la muestra (Castellanos, et al., 2010).

2.6.3 Densidad de carbono y contenido total de carbono en maleza, hojarasca y suelos.

La conversión de biomasa seca a carbono se hace a través del factor de conversión estándar de 0.5 (IPCC, 2003). Para la maleza, hojarasca y suelo medidos en las parcelas pequeñas de $1 \times 1\text{m}^2$, el contenido de carbono es convertido a toneladas para luego dividirlo dentro del área muestreada, en hectáreas para obtener el valor de densidad de carbono en toneladas por hectárea de acuerdo a la Ecuación 3.

(Ecuación 3)

$$\text{Ton C/ha} = (\text{Kg biomasa seca} \times 0.5/1000) / \text{área parcela (ha)}$$

La cantidad total de carbono en el suelo se obtuvo en el laboratorio. La densidad aparente del suelo se determinó utilizando la Ecuación 4.

(Ecuación 4)

$$D = \text{PSf} / \text{Vol}$$

Donde D = Densidad del suelo (g/cm^3); PSf = Peso seco de la fracción fina (g); Vol = Volumen cilíndrico (cc) (Castellanos, et al., 2010).

Para calcular la densidad de carbono en el suelo se usa la Ecuación 5.

(Ecuación 5)

$$tC / \text{ha}_s = \text{Prof.} \times D \times \% \text{CO}$$

Donde tC/ha_s = Densidad de carbono en el suelo, en los primeros 10 cm de suelo (ton C/ha); Prof. = Profundidad del muestreo (cm); D = Densidad (g/cm^3); %CO = Contenido porcentual de carbono orgánico en el suelo (Castellanos, et al., 2010).

2.6.4 Cálculo de la densidad y total de carbono para el sistema.

La densidad de carbono total del sistema es la suma de los componentes medidos (Ecuación 5). El carbono total del sistema se calcula por la Ecuación 6.

(Ecuación 6)

$$\begin{aligned} \text{Ton C/ ha total} &= \text{Árboles (tC/ha)} + \text{cafetales (tC/ha)} \\ &+ \text{maleza (tC/ha)} + \text{hojarasca (tC/ha)} + \text{suelo (tC/ha)} \end{aligned}$$

Para obtener el total de biomasa de cada planta de café, se aplicó la ecuación para plantas de café ($Y = 0.1955 * X^{0.5435}$) para cada retoño de la planta y la ecuación para tocones de café ($Y = 0.1124 * X^{1.648}$) para cada tocon. La suma de estas dos unidades dio como resultado la biomasa por arriba del suelo de los cafetales. Este total se multiplicó por el factor 1.266 (Castellanos, et al., 2010) para incluir la biomasa de las raíces y obtener el total de la biomasa de cada planta de café por la Ecuación 7.

(Ecuación 7)

$$[(\Sigma \text{biomasa hijos} + \text{biomasa tocon})] * 1.266 = \text{Biomasa total de la planta de café (Kg)}$$

El total de café sin raíces se obtuvo de la sumatoria de café más el de los tocones. Para el caso de la maleza, hojarasca y suelo (ver Anexos) el total carbono (Kg) se multiplicó por 10 para elevarlo a toneladas métricas (sistema internacional para representar el carbono total). Para el total final sin raíces se adquirió de la suma de suelo más hojarasca más maleza más total café sin raíces más

árboles sin raíces. Y para el total final con raíces se consiguió de la suma de suelo más, hojarasca más maleza más total café con raíces más árboles con raíces.

2.7 Análisis estadístico

2.7.1 SPSS.

Se utilizó para el análisis estadístico el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 16.0 para Windows (SPSS Inc., 2007).

Dentro del programa se usó el **Test de Shapiro–Wilk** para estimar la normalidad del conjunto de los datos. Esta prueba plantea como hipótesis nula que una muestra x_1, \dots, x_n proviene de una población normalmente distribuida. Se considera uno de los test más potentes para el contraste de normalidad, sobre todo para muestras pequeñas ($n < 30$). La hipótesis nula se rechazará si el valor de la significancia es demasiado pequeño (SPSS Inc., 2007).

Una vez determinado que los datos no muestran una distribución normal, se realizó una prueba U de Mann y Whitney también llamada de Mann-Whitney-Wilcoxon, prueba de suma de rangos Wilcoxon, o prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, la cual es una prueba no paramétrica aplicada a dos muestras independientes. Es la versión no paramétrica de la prueba T para comparar medias.

La prueba se usa para comprobar la heterogeneidad de dos muestras ordinales en:

- Las observaciones de ambos grupos son independientes
- Las observaciones son variables ordinales o continuas.
- Bajo la hipótesis nula, las distribuciones de partida de ambas distribuciones es la misma.
- Bajo la hipótesis alternativa, los valores de una de las muestras *tienden a exceder* a los de la otra (SPSS Inc., 2007).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los pequeños productores del CCDA tienen como máximo cinco cuerdas por socio, es decir, que las parcelas evaluadas representan la totalidad (Cuadro 5) de cada sitio, pero en realidad hay hasta 4 propietarios dentro de una mismo sitio, lo que conlleva, que cada socio realiza un manejo agronómico diferente, aún teniendo las bases impartidas por el CCDA.

Cuadro 5.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SITIOS DE MUESTREO					
PARCELAS ORGÁNICAS					
Sitio de muestreo	Fecha de muestreo	Nombre del sitio	Propietario	No. de cuerdas / sitio	Área total del sitio (ha)
San Lucas Tolimán, Sololá	12/01/2011	Demostrativa	Alberta Sicán	4	0.1129
San Lucas Tolimán, Sololá	13/01/2011	San Jorge	Cerro de Oro	16	0.4515
San Lucas Tolimán, Sololá	14/01/2011	Pasinai	Cerro de Oro	27	0.7620
San Lucas Tolimán, Sololá	14/01/2011	Tzanguacal	Cerro de Oro	6	0.1693
PARCELAS CONVENCIONALES					
Sitio de muestreo	Fecha de muestreo	Nombre del sitio	Propietario	No. de cuerdas / sitio	Área total del sitio (ha)
San Lucas Tolimán, Sololá	20/01/2011	Xesucut	Cerro de Oro	23	0.6492
San Lucas Tolimán, Sololá	21/01/2011	Patsivir	Cerro de Oro	17	0.4798
San Lucas Tolimán, Sololá	22/01/2011	Parcela 97	Juan Morales	15	0.4234

Alberta Sicán y Juan Morales son miembros del CCDA. Cerro de Oro es un grupo de socios que también pertenecen al CCDA. Entre ellos, poseen varios sitios (tierras que el CCDA ha comprado pero que Cerro de Oro las maneja).

Es importante mencionar que el manejo orgánico busca la sostenibilidad de la producción, el CCDA proporciona los elementos técnicos y el propietario lo adapta a sus necesidades de sistema de producción.

Los resultados de las plantaciones de sistema orgánico como convencional, muestran un manejo de prácticas similares en relación al número de árboles de sombra, número de plantas de café, número de tocones por parcela como lo demuestran los Cuadros 6 y 7. Pero los árboles en el manejo orgánico son más grandes y en su mayoría son macollas de banano (los cuales almacenan poco carbono en comparación a los arboles leñosos).

La variedad de los cafetales varía en los sistemas agroforestales. Variedad robusta *Coffea canephora* Pierre para las parcelas Pasinai, Tzanguacal, Xesucut, Patsivir y Parcela 97. Y café arábigo *Coffea arabica* L. variedad Caturra para la parcela Demostrativa y Catuaí para la parcela San Jorge.

Cuadro 6.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO ORGÁNICO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA VARIABLE MUESTREADA					
Nombre del sitio	Identificación del sitio	Número de árboles de sombra / parcela	Promedio diámetro basal (cm)	Número de plantas de café / parcela	Número de tocones/parcela
Demostrativa	O. P.D.I.1	10	43	8	8
Demostrativa	O. P.D.I.2	8	42	7	4
Demostrativa	O. P.D.I.3	10	36	8	6
Promedio		9	40	8	6
San Jorge	O. OT2-1	9	30	8	5
San Jorge	O. OT2-2	13	13	7	4
San Jorge	O. OT2-3	19	16	8	4
Promedio		14	20	8	4
Pasinai	O. O1	18	40	8	7
Pasinai	O. O2	9	34	9	6
Promedio		14	37	9	7
Tzanguacal	O. TO3	11	18	9	9
PROMEDIO TOTAL					
		12	32	8	6
Desviación estándar					
		4	12	1	2

Como puede observarse, los datos de las parcelas orgánicas como convencionales demuestran que hay mayor variabilidad en el número de árboles de sombra dentro de las plantaciones. Esto se debe a que cada parcela evaluada pertenece a diferentes socios del CCDA.

Cuadro7.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA VARIABLE MUESTREADA					
Nombre del sitio	Identificación del sitio	Número de árboles de sombra / parcela	Promedio diámetro basal (cm)	Número de plantas de café / parcela	Número de tocones/parcela
Xesucut	C1.1	9	24	8	3
Xesucut	C1.2	6	41	9	9
Xesucut	C1.3	9	43	9	6
Promedio		8	36	9	6
Patsivir	C2.1	8	24	11	19
Patsivir	C2.2	8	21	9	8
Patsivir	C2.3	10	22	11	10
Promedio		9	22	10	12
Parcela 97	C3.1	20	15	14	8
Parcela 97	C3.2	23	19	11	10
Parcela 97	C3.3	16	18	11	9
Promedio		20	17	12	9
PROMEDIO TOTAL					
		12	25	10	9
Desviación estándar					
		6	10	2	4

Cada socio le da un manejo agronómico diferente, debido que muchos de ellos por falta de ingresos no pueden pagar un jornal que pade los árboles de sombra y que mantenga el manejo de la plantación. Otros factores que influyen es la altura sobre el nivel del mar existe la producción, es otro el tipo de café el que se siembra, por lo tanto en estas parcelas varia el tipo producción y el tipo de café (injertado sobresaliendo el robusta-bourbon).

Los cuadros 8 y 9, muestran la materia orgánica y la biomasa total en kilogramos (Kg), de las muestras foliares de las plantaciones orgánicas y convencionales evaluadas. El Cuadro 8 muestra que las parcelas orgánicas poseen una mayor cantidad maleza (0.180) a comparación del sistema convencional (0.034) porque los socios del CCDA la dejan crecer más de un metro de alto y la cortan dos veces por año. Este es un principal factor por lo que no se reporto mayor cantidad de hojarasca en el suelo.

Cuadro 8.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO ORGÁNICO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA VARIABLE MUESTREADA					
Nombre del sitio	Identificación del sitio	Maleza		Hojarasca	
		Materia seca (g/g)	Biomasa total (Kg)	Materia seca (%)	Biomasa total (Kg)
Demostrativa	O. P.D.I.1	0.205	0.184	0.682	0.068
Demostrativa	O. P.D.I.2	0.334	0.367	0.838	0.168
Demostrativa	O. P.D.I.3	0.190	0.152	0.774	0.077
San Jorge	O. OT2-1	0.305	0.030	0.736	0.368
San Jorge	O. OT2-2	0.386	0.193	0.839	0.013
San Jorge	O. OT2-3	0.261	0.183	0.771	0.023
Pasinai	O. O1	0.218	0.327	0.793	0.079
Pasinai	O. O2	ND	ND	0.716	0.716
Tzangucal	O. TO3	0.313	0.188	0.829	0.083
PROMEDIO		0.246	0.180	0.775	0.177
Desviación estándar		0.113	0.118	0.056	0.229

ND = No Determinado

Para la parcela Pasinai (O.O2) no se encontró maleza en la subparcela 1m x 1m. Los datos de la hojarasca son bajos al compararlos con el sistema convencional.

Las plantaciones del sistema convencional (Cuadro 9) los valores de maleza son bajos, a comparación de las parcelas orgánicas. Esto es debido al manejo agronómico que recibe por la limpia de maleza mediante la aplicación de herbicidas. La biomasa de hojarasca (0.740 Kg) (Cuadro 9) mostró ser superior versus al sistema orgánico (0.177 Kg). Se puede considerar que la poca existencia de maleza generó mayor cantidad de hojas cubriendo la superficie del suelo. Además pudo influir el diámetro de copa de los árboles de sombra (aunque cabe mencionarse que el diámetro de las copas no se midió para efecto de este estudio).

Cuadro 9.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA VARIABLE MUESTREADA					
Nombre del sitio	Identificación del sitio	Maleza		Hojarasca	
		Materia seca (g/g)	Biomasa total (Kg)	Materia seca (%)	Biomasa total (Kg)
Xesucut	C1.1	0.693	0.069	0.787	0.157
Xesucut	C1.2	0.363	0.003	0.575	1.092
Xesucut	C1.3	0.294	0.004	0.884	1.237
Patsivir	C2.1	0.262	0.004	0.866	1.646
Patsivir	C2.2	0.528	0.158	0.769	0.077
Patsivir	C2.3	0.645	0.064	0.792	1.188
Parcela 97	C3.1	ND	ND	0.811	0.486
Parcela 97	C3.2	ND	ND	0.659	0.264
Parcela 97	C3.3	0.434	0.004	0.859	0.515
PROMEDIO		0.358	0.034	0.778	0.740
Desviación estándar		0.250	0.054	0.101	0.561

ND = No Determinado

Para las parcelas Parcelas 97 (C3.1 y C3.2) no se encontró maleza en la subparcela 1m x 1m.

Los resultados de las muestras de suelo demuestran que el porcentaje de carbono similar entre ambos sistemas agroforestales (Cuadros 10 y 11). Se considera que es debido al manejo que reciben estos dos sistemas de producción por los socios del CCDA. La densidad aparente del sistema orgánico es mayor que la convencional, por lo que el contenido total de carbono es superior.

Cuadro 10.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO ORGÁNICO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA VARIABLE MUESTREADA				
Sitio	Parcela	% carbono no corregido	Densidad Aparente (gr/cc)	TOTAL Carbono (Ton/ha)
Demostrativa	O. P.D.I.1	4.13	1.19	49.11
Demostrativa	O. P.D.I.2	3.80	1.12	42.53
Demostrativa	O. P.D.I.3	5.28	1.09	57.59
Demostrativa Mixta	Mixto O 1	4.41	1.14	50.29
San Jorge	O. OT2-1	4.92	1.09	53.65
San Jorge	O. OT2-2	6.35	1.14	72.42
San Jorge	O. OT2-3	3.25	1.22	39.66
San Jorge Mixta	Mixto O 2	6.32	1.21	76.52
Pasinai	O. O1	10.06	0.82	82.50
Pasinai	O. O2	8.52	0.78	66.47
Tzanguacal	O. TO3	8.68	0.80	69.40
Pasinai y Tzanguacal Mixta	Mixto O 3	4.95	0.89	44.06
PROMEDIO		5.89	1.04	58.68
Desviación estándar		2.16	0.17	14.38

Cuadro 11.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA VARIABLE MUESTREADA				
Sitio	Parcela	% carbono no corregido	Densidad aparente (gr/cc)	TOTAL carbono (ton/ha)
Xesucut	C1.1	4.29	1.03	44.17
Xesucut	C1.2	5.25	0.91	47.78
Xesucut	C1.3	5.27	0.80	42.18
Xesucut Mixta	Mixta 1	4.98	0.92	45.81
Patsivir	C2.1	7.21	0.85	61.29
Patsivir	C2.2	4.32	0.85	36.72
Patsivir	C2.3	3.24	0.87	28.15
Patsivir Mixta	Mixta 2	3.55	0.87	30.87
Parcela 97	C3.1	9.84	0.86	84.58
Parcela 97	C3.2	12.03	0.76	91.44
Parcela 97	C3.3	9.94	0.78	77.50
Parcela 97 Mixta	Mixto 3	11.01	0.87	95.79
PROMEDIO		6.74	0.86	57.19
Desviación estándar		3.13	0.07	24.14

Para ambos sistemas de producción tanto orgánico como convencional, los organismos del suelo son afectados por la densidad del suelo, generando que las partículas de suelo mineral, la cantidad de materia orgánica, la compactación del suelo, la abundancia de raíces de las plantas, etc., perturben la porosidad del suelo tal como se demostró en los Cuadros 8 y 9.

Una densidad baja (Cuadro 11), generalmente, equivale a más porosidad y mayores agregados del suelo generando mayor estabilidad, menos compactación y mayor contenido de humedad que un suelo con una densidad mayor.

La medición de carbono en los suelos, fue un procedimiento totalmente diferente al del carbono en la vegetación como se explicó en metodología.

El Cuadro 12, muestra la relación entre materia orgánica y carbono de los sistemas agroforestales de manejo orgánico y convencional.

Cuadro 12.

**Relación materia orgánica y carbono en sistemas agroforestales
orgánico y convencional**

	ID parcela	% Carbono NC	Materia orgánica	TOTAL
		%		
Sistema agroforestal manejo orgánico	O. P.D.I.1	4.13	10.15	2.46
	O. P.D.I.2	3.80	8.53	2.25
	O. P.D.I.3	5.28	7.58	1.43
	Mixto O 1	4.41	8.59	1.95
	O. OT2-1	4.92	11.37	2.31
	O. OT2-2	6.35	12.72	2.00
	O. OT2-3	3.25	12.92	3.97
	Mixto O 2	6.32	12.99	2.05
	O. O1	10.06	6.09	0.61
	O. O2	8.52	7.78	0.91
	O. TO3	8.68	11.03	1.27
	Mixto O 3	4.95	6.36	1.29
	Sistema agroforestal manejo convencional	C1.1	4.29	13.01
C1.2		5.25	9.96	1.90
C1.3		5.27	13.52	2.56
Mixta C 1		4.98	11.42	2.29
C2.1		7.21	13.48	1.87
C2.2		4.32	13.04	3.02
C2.3		3.24	13.37	4.13
Mixta C 2		3.55	13.36	3.77
C3.1		9.84	13.39	1.36
C3.2		12.03	13.26	1.10
C3.3		9.94	13.40	1.35
Mixta C 3		11.01	13.32	1.21

Como puede observarse en el Cuadro 12, no hay relación entre materia orgánica y el porcentaje de carbono. Se considera que es debido al número y variabilidad de especies de árboles de sombra, cabe recordar que cada socio brinda un manejo diferente a sus parcelas por la falta de ingresos (para pagar un jornal para que podes los árboles de sombra).

Los resultados de los Cuadros 13 y 14, muestran un resumen final de todos los datos generados durante el estudio (ver Anexos) para cada sistema agroforestal evaluado. Para la determinación de carbono de cada componente se utilizó las ecuaciones que ya se describieron en la metodología.

Cuadro 13.

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS DE PARCELAS ORGÁNICAS												
Sitio		Carbono (tonC/ha)										
Sitio	Ident. de Parcela	Árboles SIN raíz	Árboles CON raíz	Café	Tocones	Total Café SIN raíces	Total Café CON raíces	Maleza	Hojarasca	Suelo	Total SIN raíces	Total CON raíces
Demostrativa	O.P.D.I.1	177.05	224.86	1.40	0.24	1.64	2.07	0.92	0.34	49.11	229.06	277.30
Demostrativa	O.P.D.I.2	109.38	138.91	1.70	0.35	2.05	2.60	1.84	0.84	42.53	156.63	186.71
Demostrativa	O.P.D.I.3	14.00	17.77	2.32	0.22	2.54	3.22	0.76	0.39	57.59	75.28	79.73
San Jorge	O.OT2-1	94.25	119.69	2.38	0.26	2.65	3.35	0.15	1.84	53.65	152.54	178.69
San Jorge	O.OT2-2	25.48	32.36	2.21	0.12	2.33	2.95	0.97	0.06	72.42	101.25	108.75
San Jorge	O.OT2-3	43.03	54.64	2.97	0.27	3.24	4.10	0.91	0.12	39.66	86.96	99.44
Pasinai	O.O1	266.02	337.84	2.07	0.21	2.28	2.88	1.63	0.40	82.50	352.82	425.25
Pasinai	O.O2	106.03	134.65	1.74	0.25	1.98	2.51	0.00	3.58	66.47	178.06	207.21
Tzangual	O.TO3	40.58	51.53	1.30	0.21	1.52	1.92	0.94	0.41	69.40	112.85	124.21
MEDIANAS		94.25	119.69	2.07	0.24	2.28	2.88	0.92	0.40	57.59	152.54	178.69
PROMEDIOS		97.31	123.58	2.01	0.24	2.25	2.85	0.90	0.89	59.26	160.61	187.48
Desviación estándar		81.64	103.68	0.53	0.06	0.53	0.67	0.59	1.14	14.44	86.98	108.76

Las variables que están en azul representan alta variabilidad en comparación con los componentes del sistema agroforestal convencional.

Cuadro 14.

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS DE PARCELAS CONVENCIONALES												
Sitio		Carbono (tonC/ha)										
Sitio	Ident. de Parcela	Árboles SIN raíz	Árboles CON raíz	Café	Tocones	Total Café SIN raíces	Total Café CON raíces	Maleza	Hojarasca	Suelo	Total SIN raíces	Total CON raíces
Xesucut	C1.1	64.06	81.35	3.60	0.22	3.82	4.83	0.35	0.79	44.17	113.18	131.49
Xesucut	C1.2	100.53	127.68	3.81	0.65	4.46	5.64	0.02	5.46	47.78	158.24	186.57
Xesucut	C1.3	201.49	255.89	1.86	0.46	2.33	2.95	0.02	6.19	42.18	252.20	307.22
Patsivir	C2.1	46.63	59.22	8.41	0.93	9.34	11.83	0.02	8.23	61.29	125.51	140.58
Patsivir	C2.2	38.57	48.98	6.83	0.56	7.39	9.36	0.79	0.38	36.72	83.85	96.23
Patsivir	C2.3	38.48	48.88	6.42	0.23	6.66	8.43	0.32	5.94	28.15	79.56	91.72
Parcela 97	C3.1	32.89	41.77	3.10	0.26	3.35	4.25	0.00	2.43	84.58	123.26	133.03
Parcela 97	C3.2	81.78	103.87	4.50	0.39	4.89	6.19	0.00	1.32	91.44	179.43	202.82
Parcela 97	C3.3	40.62	51.58	3.83	0.24	4.07	5.15	0.02	2.58	77.50	124.78	136.83
MEDIANAS		46.63	59.22	3.83	0.39	4.46	5.64	0.02	2.58	47.78	124.78	136.83
PROMEDIOS		71.67	91.02	4.71	0.44	5.14	6.51	0.17	3.70	57.09	137.78	158.50
Desviación estándar		53.78	68.30	2.08	0.24	2.22	2.82	0.27	2.80	22.63	53.24	66.50

Las variables que están en azul representan alta variabilidad en comparación con los componentes del sistema agroforestal orgánico.

Como puede observarse en los Cuadros 13 y 14, las variables representadas en color azul muestran que el carbono almacenado en árboles de sombra (con y sin incluir la raíz) y la maleza son superiores en el sistema orgánico que en el sistema convencional. Las plantas de café, los tocones y la hojarasca es mayor el contenido de carbono almacenando en el sistema convencional que en el sistema agroforestal de manejo orgánico.

El carbono almacenado en los árboles de sombra con y sin raíz del sistema agroforestal de manejo orgánico es superior al sistema convencional. Se considera que es porque el DAP de los árboles de sombra en las parcelas orgánicas es mayor que de las parcelas convencionales (ver Anexos). Muchos de los árboles de sombra de las plantaciones orgánicas, poseen algunos frutales como el caso de los árboles de jocote (*Spondia purpurea* L.) que tienen mayor número de bifurcaciones (entre 2, 5 y 9) con DAP mayores de 25 m de diámetro (ver Anexos). El banano fue

encontrado de manera repetitiva en estas parcelas, aunque cabe mencionar que estos capturan menos carbono por su baja densidad y alto contenido de agua; son los árboles leñosos los que capturan más carbono. Mientras que en las parcelas convencionales (ver Anexos), puede observarse que los árboles de sombra que más se repiten son los de gravilea seguido por frutales, siendo los dos últimos los que poseen mayor DAP.

Una vez obtenido los resultados del resumen final para cada sistema agroforestal, se procedió a analizar si los datos representan una distribución normal. Para ello se utilizó el programa estadístico SPSS y el Test de Shapiro-Wilk como ya se describió en metodología.

Se rechazó la hipótesis de normalidad porque el valor de significancia es pequeño como se puede ver en los Cuadros 15 y 16. Como las muestras no se distribuyen normalmente, la comparación entre grupos se hizo mediante pruebas no paramétricas.

Cuadro 15. Pruebas de normalidad para total de árboles sin raíces

Tipo		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Total sin raíces	Convencional	.886	9	.182
	Orgánica	.865	9	.110

El contenido de carbono no está influenciado por el sistema de producción, por tal razón se procedió a utilizar la prueba U de Mann-Whitney (ver Anexos) para comparar las medianas de los grupos. Siendo una prueba no paramétrica que permite comparar dos muestras independientes (para el caso de este proyecto: parcelas orgánicas y convencionales) que no se distribuyan normalmente.

Cuadro 16. Pruebas de normalidad para total de árboles con raíces

Tipo		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Total con raíces	Convencional	.847	9	.068
	Orgánica	.868	9	.116

La prueba de Mann-Whitney rechaza la hipótesis, que las muestras son iguales para toda probabilidad menor de 0.05. La prueba determinó que los árboles (con y sin raíz) tienen igual cantidad de carbono (ver Anexos), por lo que no representa ningún valor significativo es decir, que las medias poblacionales son parecidas en los sistemas de producción orgánico y convencional (Cuadro 17).

Cuadro 17.

Prueba de Mann-Whitney con estadísticos de contraste^b

	Árboles sin raíz	Árboles con raíz	Café	Tocones	Total café sin raíz	Total café con raíz	Maleza	Hojarasca	Suelo	Total sin raíces	Total con raíces
U de Mann-Whitney	34	34	5	18	4	4	12	13	36	39	37
W de Wilcoxon	79	79	50	63	49	49	57	58	81	84	82
Z	-0.574	-0.574	-3.135	-1.987	-3.223	-3.223	-2.522	-2.428	-0.397	-0.132	-0.309
Sig. asintót. (bilateral)	0.566	0.566	0.002	0.047	0.001	0.001	0.012	0.015	0.691	0.895	0.757
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.605 ^a	.605 ^a	.001 ^a	.050 ^a	.000 ^a	.000 ^a	.011 ^a	.014 ^a	.730 ^a	.931 ^a	.796 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: tipo.

En los resultados estadísticos (Cuadro 17), se puede observar que sí existe una diferencia significativa (probabilidad menor de 0.05) entre el carbono almacenado en las plantas de café para los dos manejos considerados. Cabe destacar que el Cuadro 14 muestra que es mucho más alto el carbono almacenado en el sistema agroforestal convencional versus el sistema orgánico. Debe considerarse que en el sistema convencional, los cafetales eran adultos (el sitio de Xesucut de las tres parcelas evaluadas una es recepa nueva (cafetales jóvenes) del año pasado; del sitio de Patsivir, las tres parcelas estudiadas poseen cafetales viejos y en Pacela 97 de las tres parcelas investigadas una posee nueva recepa de hace tres años y las otras dos parcelas poseen cafetales viejos. Mientras que en el sistema orgánico los sitios Demostrativa y Tzanguacal todas las parcelas evaluadas son recepas nuevas de hace 3 años, solo el sitio de Pasinai posee plantas viejas. Por lo que esto influyó que el carbono almacenado de las parcelas orgánicas el valor del carbono sea más bajo como se mostró en el Cuadro 13. Cabe mencionar que los cafetales viejos del sistema convencional pueden almacenar mucho más carbono comparado con los cafetales jóvenes del sistema orgánico.

Los tocones poseen una diferencia marginalmente significativa como puede observarse en el Cuadro 17 (por estar al límite de la significancia de acuerdo con la regla de Mann-Whitney). Se considera que es por la edad de los cafetales (adultos y jóvenes) (ver Anexos). Como pudo muestrearse en el sistema agroforestal de manejo orgánico, la mayoría de los cafetales son jóvenes a los cuales, aun no les han dado el manejo de tocones, es por ello que poseen menor almacenamiento de carbono (Cuadro 13) comparado con los cafetales del sistema convencional (Cuadro 14).

El total de carbono en los cafetales (con y sin raíz), mostró tener una diferencia no significativa como se puede ver en el Cuadro 17. El sistema convencional mostró que hay mayor contenido de carbono versus al sistema orgánico pero por la variabilidad de los datos esta diferencia no se puede probar estadísticamente; una vez más, se considera que es debido que el sistema convencional posee mayor número de plantas de café adultas.

Para el caso de la maleza sí existe una diferencia significativa en el contenido de carbono como puede observarse en el Cuadro 17, pero en este caso es mayor para las parcelas orgánicas (ver Cuadro 13) que para las tratadas de forma convencional. La maleza en las parcelas orgánicas se corta dos veces por año, dejándola crecer a más del metro de altura y la cortan de manera manual. Mientras que la maleza de las parcelas convencionales la eliminan a través de químicos (herbicidas) prolongando un poco más la aparición de esta (ver Cuadros 13 y 14).

En la hojarasca también existe una diferencia significativa a pesar que en ambos sistemas agroforestales (orgánico y convencional) poseen un número similar de árboles de sombra, la hojarasca del sistema agroforestal convencional mostró mayor carbono almacenado versus el sistema agroforestal de manejo orgánico. Para este último sistema, se considera que había mayor cantidad de maleza a una altura aproximadamente 60 cm., por lo que no se observó mayor cantidad de hojas en el suelo. A comparación de las parcelas convencionales donde se observó mayor cantidad de hojas cubriendo la superficie del suelo y reportándose menor cantidad de maleza.

Cuadro 18.

CONTENIDO DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN GUATEMALA

Estudios realizados	Árboles CON raíz	Café CON raíces	Maleza	Hojarasca	Suelo	Total CON raíces
Sistema orgánico (este estudio)	123.58	2.85	0.90	0.89	59.26	187.48
Sistema convencional (este estudio)	91.02	6.51	0.17	3.70	57.09	158.50
CEAB / UVG - Santa Rosa	39.00	7.50	0.45	6.10	25.00	77.50
CEAB / UVG – Jalapa	44.00	8.33	0.27	4.77	21.00	78.67
CEAB / UVG - San Marcos	25.00	4.00	0.60	2.40	58.00	90.00
ANACAFE - Región VI*	11.45	17.39	0.33	7.38	79.94	103.64
Mikaela Schmitt H - sistema orgánico	68.77	16.03	NR	NR	35.57	121.54

NR = No Reportado.

*Región VI = A esta región pertenece el departamento de Sololá.

Fuente: Schmitt-Harsh (2011); Castellanos, et al., (2010); ANACAFE (1998)

Estudios de almacenamiento de carbono en los sistemas agroforestales de café en Guatemala como el Schmitt-Harsh (2011) “*Medición de carbono en plantaciones de café en San Juan La Laguna y San Pedro La Laguna, Sololá, Guatemala*” (comunicación personal) fueron evaluados en los meses de febrero a abril de 2010 en la parte sur oeste del mismo departamento que fue investigado el presente proyecto. La investigación del CEAB / UVG (2010) “*Estudio línea base de carbono en cafetales*”, que se realizó en algunos sitios de la zona de la costa del pacífico (Santa Rosa, Jalapa y San Marcos) de los cuales, las parcelas poseen certificación ecológica por la Rainforest Alliance (RA). Y la investigación de ANACAFE (1998) “*Cuantificación estimada del dióxido de carbono fijado por el agrosistema café en Guatemala*”, que investigó sistemas agroforestales de café convencional en los meses de abril y mayo de ese año en las 7 regiones de Guatemala.

Estos estudios demostraron resultados muy diferentes en el contenido de almacenamiento de carbono como puede observarse en el Cuadro 18. El alto contenido de carbono almacenado en el componente de árboles con raíz (123.58 ton C/ha) del presente estudio, demostró ser superior al de los estudios antes mencionados. Se considera que es por el número, variabilidad de especie y el DAP de los árboles de sombra (ver Anexos). Es importante mencionar que cada sitio o región poseen diferentes manejos de sombra.

El componente de total café con raíces (2.85 ton C/ha) del presente estudio, demostró tener el menor contenido de carbono a comparación de los estudios revisados. Se debe que la mayoría de

cafetales del sistema orgánico evaluados en este proyecto son jóvenes por lo que almacenan menor cantidad de carbono. Por lo que se considera que en los estudios antes mencionados prevalecían cafetales adultos por lo tanto el contenido de carbono es mucho mayor como se demostró en el Cuadro 18.

La maleza reportada en el presente estudio demostró contener alto almacenamiento de carbono (0.90 ton C/ha) comparado con los resultados de los estudios revisados como se puede ver en el Cuadro 18. El sistema agroforestal de manejo orgánico evaluado en esta investigación posee el mayor contenido de carbono debido que la dejan crecer más de un metro de altura y la cortan dos veces por año. Puede considerarse que el manejo que le dan a este componente en los estudios revisados es apropiado a comparación del alto contenido de biomasa que reciben las parcelas orgánicas del CCDA. Otro factor a considerarse es que las malezas de los otros estudios tienen cierto grado de inhibición en su crecimiento, debido a la época de realización de las investigaciones.

La hojarasca evaluada en el presente estudio es menor (0.89 ton C/ha) el contenido de carbono a comparación de los estudios revisados como se observa en el Cuadro 18. Cabe mencionarse que este resultado proviene de los sistemas agroforestales orgánicos. Mientras que la hojarasca del sistema convencional de este estudio reportó estar en una media en comparación de los estudios revisados. Puede considerarse también que el diámetro de la copa de los árboles de sombra eran grandes en los estudios revisados.

El componente suelo de ANACAFE es superior (79.94 ton C/ha) el contenido de carbono al del presente estudio como al de las investigaciones de Mikaela Schmitt-Harsh y a la del CEAB / UVG. Puede considerarse que es por el manejo que reciben los sistemas de producción evaluados. Cabe mencionarse que el dato de ANACAFE cubre toda la Región VI y no a cada uno de los departamentos que componen. Mientras que para el componente suelo del estudio de Mikaela Schmitt-Harsh demostró menor cantidad de carbono. Podría considerarse que las parcelas están más cerca de las faldas de los volcanes San Pedro y San Pablo, por lo que la estructura volcánica es mayor en comparación a la de las parcelas evaluadas en San Lucas Tolimán. El CEAB / UVG también demostró menor cantidad de carbono posiblemente debido por la metodología de densidad aparente utilizada en laboratorio.

IV. CONCLUSIONES.

El contenido de carbono almacenado en el sistema agroforestal de manejo orgánico en los componentes de árboles sin raíz (94.25 ton C/ha) y en maleza (0.92 ton C/ha) y del sistema convencional los componentes café (3.83 ton C/ha), tocones (0.39 ton C/ha) y hojarasca (2.58 ton C/ha). No se pudo determinar una diferencia estadísticamente significativa entre los dos sistemas agroforestales debido a la alta variabilidad de estos resultados.

El contenido de carbono no fue estadísticamente significativo entre los sistemas de producción orgánico y convencional, debido que los rangos obtenidos para cada factor evaluado, no demostraron mayor significancia entre unos y otros. Se considera que el manejo que cada parcela recibe es influida por el factor económico de cada socio del CCDA; generando en los resultados mucha variabilidad de almacenamiento de carbono entre cada sistema de producción.

Las parcelas evaluadas presentan que sí existe diferencia significativa entre el carbono almacenado de las plantas de café, tocones, maleza y hojarasca de las parcelas que son tratadas de forma convencional versus las parcelas que son manejadas de manera orgánica. Los resultados estadísticos de contraste de la prueba U de Mann-Whitney demostraron alta significancia para plantas de café, para total de café con y sin raíces, tocones, maleza y hojarasca.

Las plantas de café, total café con y sin raíz, tocones y hojarasca demostraron que el carbono almacenado influyó por las edades de los cafetales evaluados, predominando plantas de café jóvenes en los sistemas agroforestales de manejo orgánico y prevaleciendo cafetales adultos en las parcelas de sistema convencional.

El contenido de carbono almacenando en maleza es mayor en el sistema agroforestal de manejo orgánico porque la dejan crecer más de un metro de altura antes de ser eliminada, por lo tanto almacena mucho más carbono.

Un factor que influyó en el presente proyecto como en los estudios revisados fue la variabilidad de DAP (mayores a 1m), de árboles de sombra de cada sitio evaluado. Dando como resultado una distribución anormal en este componente.

Se considera que los sistemas agroforestales de manejo orgánico y convencional evaluados, algunos componentes como el número y variabilidad de árboles de sombra, la variedad y altitud de siembra de café, y las condiciones climáticas y edáficas de los sitios de estudio, pueden ser comparados con otros estudios realizados en Guatemala, cada sitio de estudio ha conseguido demostrar diferentes estimaciones de carbono almacenando en cafetales del país.

Evaluar los contenidos de carbono en sistemas agroforestales es un excelente método y lineamiento a seguir para la adaptación y mitigación del cambio climático especialmente para pequeños productores en Guatemala.

A la fecha existe poca información del almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de manejo orgánico y convencional en Guatemala. Por lo que se necesita de más líneas bases de estudios en medición y almacenamiento de carbono en los ecosistemas terrestres principalmente de los sistemas agroforestales, para que el café aumente un valor plus en el mercado de comercio justo principalmente de las plantaciones orgánicas

V. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

Altieri, M., 1999: Agrosología. *Bases científicas para una agricultura sustentable*. 4 Ed. Montevideo, Uruguay. Editorial Nordan–Comunidad, 325 págs.

Asociación Nacional del Café -ANACAFE, 1998. *Cuantificación estimada del dióxido de carbono fijado por el agrosistema café en Guatemala*.

Asociación Nacional del Café -ANACAFE, portal principal. *Precios de sacos de café oro*. (Fecha de página revisada, marzo 16, 2011).

Disponible en: <http://portal.anacafe.org/portal/Home.aspx?tabid=13>

Asociación Nacional del Café -ANACAFE, 2011. Señor Roderico Cano, jefe del departamento de comercialización de Anacafe. Datos de volumen periodo 2009-2010.

Banco Mundial. 2011. <http://www.bancomundial.org/investigacion/>, <http://datos.bancomundial.org/pais/guatemala>. Se consultó febrero 27, 2011.

Brown, Paige, 1998: Climate, Biodiversity and Forests: *Issues and Opportunities Emerging from the Kyoto Protocol*. World Resources Institute.

Bruce J., F. M., Haites E., JoanneH., Rattan L,al and Faustian K. (1999). Carbon sequestration in soils. *JOURNAL OF SOIL AND WATER CONSERVATION*: 382- 389.

CATIE, 2007: *Proyecto Secuestro de Carbono “Red de Investigación para la Evaluación de la Capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas de Pasturas, Agropastoriles y Silvopastoriles en el Ecosistema de Bosque Tropical Americano”*. Grupo Silvopastoril del Departamento de Agroforestería.

CCAD SICA, 2010: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo – CCAD. Sistema de la Integración Centroamericana – SICA: *Estrategia Regional de Cambio Climático*. Noviembre 2010.

CEDECO, 2007: *Proyecto de emisión de gases de efecto invernadero y agricultura orgánica*. CEDECO, San José, Costa Rica. Pp. 12-15.

Comité de Campesinos del Altiplano-CCDA, 2008. *Historia y Café*. Disponible en página web: http://ccda.galeon.com/quienes_somos.htm

Castellanos, E., Alma Quilo, Diego Pons, 2010: *Estudio de línea base de carbono de cafetales*. Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Ambientales. 2010.

Castellanos, E., Alma Quilo, Rosa Mato, 2010: *Metodología para la estimación del contenido de carbono en bosques y sistemas agroforestales en Guatemala*. Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad, Universidad del Valle de Guatemala. Pp. 6, 8-12, 14-19.

Duarte, C.M., Juan Carlos Abanades, Susana Agustí, Sergio Alonso, Gerardo Benito, Juan Carlos Ciscar, Jordi Dachs, Joan O. Grimalt, Iván López, Carlos Montes, Mercedes Pardo, Aida F. Ríos, Rafel Simó y Fernando Valladares, 2006: *Cambio global Impacto de la actividad humana sobre el sistema tierra*. Colección divulgación. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid, 2006. Pp. 23, 88 y 90.

Duarte, C. M., Juan Carlos Abanades, Susana Agustí, Sergio Alonso, Gerardo Benito, Juan Carlos Ciscar, Jordi Dachs, Joan O. Grimalt, Iván López, Carlos Montes, Mercedes Pardo, Aida F. Ríos, Rafel Simó y Fernando Valladares, 2009: *Cambio global Impacto de la actividad humana sobre el sistema tierra*. Colección divulgación. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid, 2009. Pp. 21, 107, 134 y 136.

FAO, 2003: *Costa Rica Frente al cambio climático*. San José, Costa Rica., FAO/CCAD.

Hepperly P. (s.f.): *Organic Farming Sequesters Atmospheric Carbon and Nutrients in Soils*, The Rodale Institute.

Instituto Nacional de Estadística (INE). Período 2010. Consultado febrero 27 de 2011. Disponible en: www.ine.gob.gt y <http://www.ine.gob.gt/index.php/demografia-y-poblacion/42-demografiaypoblacion/207-infodemo2010>.

Instituto Nacional de Estadística (INE). Población de Guatemala en el 2011. Modificada por última vez el marzo 7, 2011. Disponible en: <http://www.ine.gob.gt/index.php/demografia-y-poblacion/42-demografiaypoblacion/222-poblacion2011>.

IPCC, 2001: *Tercer informe de Evaluación. Cambio climático 2001. La base científica. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. Informe del grupo de trabajo I del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático*. En línea: Consultado Enero 16, 2004. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwgl1s.pdf>

IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R. K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 114 págs.

Lal R., J.M. Kimble, R.E Follett, C.V. Cole, 1998: *The potential of U .S. crop land to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect*. Lewis Publishers, 128 páginas.

Larousse, 1990. *Enciclopedia metódica Larousse en color 1*. Tercera edición. Ediciones Larousse, S.A. de C.V. Pp. 135.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN, 2001: *Política Nacional de Cambio Climático*. Con el apoyo financiero del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) y a través de la representación guatemalteca del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 127 págs. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/guanc1.pdf>

MARN, 2009: *Primera Comunicación Nacional de Guatemala sobre Cambio Climático*. Pp. 3-4.

Martín-López, B., E. Gómez-Baggethun., Y C. Montes, 2009. *Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante*. *Cuides* 3: 229-258.

Montagnini, F., 2004: *Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems*. *Agroforestry Systems* 61: 281-295.

Oceano, s.f.: *Enciclopedia de Guatemala*. Vol. 1. Grupo Editorial Oceano Pp. 64 y 65.

Oelbermann, M., R. Paul Voroney and A.M. Gordon, 2004: *Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and southern Canada*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104 (2004) 359–377.

Reicher D.1999: *Emission and Reduction of Greenhouse Gases from Agriculture and Food Manufacturing*. Washington, U.S. Department of Energy - Office of Energy Efficiency and Renewable Energy - Office of Industrial Technologies: 40 pp.

Schlesinger, W. H., 1995: *An overview of the carbon cycle*. *Soil and global change*. R. Lal, J. Kimble, E. Levine and B. A. Stewart. USA, CRC Press: 9-25.

Schmitt-Harsh, M., 2011: *Comunicación personal*. Candidata a Doctorado (Ph.D) en Ciencias Ambientales de la Universidad de Indiana-Bloomington.

Sobenes A., Edwin Castellanos, Celia Martínez y Fernando Roldán, 2003: *GUATEMALA Frente al cambio climático*. Documentos FAO. Producido por Departamento de Montes, Versión electrónica PDF. <http://www.fao.org/docrep/006/ad443s/ad443s00.HTM>

SPSS Inc., 2007: *Guía breve de SPSS 16.0*. EE.UU.Pp.218

VI. ANEXOS.

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO ORGÁNICO								
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS								
ÁRBOLES MUESTREADOS								
	ÁRBOLES	Parcela	DAP árbol	Altura árbol	Nom Común	Biomasa (kg)	Carbono tonC/ha	Ecuación de biomasa
1	Demostrativa	P.D.I.1	40.3	5	Chalum	720.32	14.41	Brown, 1997
2	Demostrativa	P.D.I.1	52.2	4	Aguacate	1312.85	26.26	Brown, 1997
3	Demostrativa	P.D.I.1	22.7	1.5	Banano	23.20	0.46	Van Noordwijk et al., 2002
4	Demostrativa	P.D.I.1	60.8	6	Chalum	1870.15	37.40	Brown, 1997
5	Demostrativa	P.D.I.1	66.1	5	Chalum	2270.32	45.41	Brown, 1997
6	Demostrativa	P.D.I.1	68.0	4	Cushin	2424.60	48.49	Brown, 1997
7	Demostrativa	P.D.I.1	52.5	3	Banano	138.38	2.77	Van Noordwijk et al., 2002
8	Demostrativa	P.D.I.1	29.3	1.65	Banano	39.95	0.80	Van Noordwijk et al., 2002
9	Demostrativa	P.D.I.1	24.1	2.30	Banano	26.35	0.53	Van Noordwijk et al., 2002
10	Demostrativa	P.D.I.1	9.7	3	Fruta de pan	26.46	0.53	Brown, 1997
	SUMA		43	4	Banano		177.05	
1	Demostrativa	P.D.I.2	28.3	2	Banano	37.10	0.74	Van Noordwijk et al., 2002
2	Demostrativa	P.D.I.2	30.5	2	Banano	43.52	0.87	Van Noordwijk et al., 2002
3	Demostrativa	P.D.I.2	50.7	2	Banano	128.47	2.57	Van Noordwijk et al., 2002
4	Demostrativa	P.D.I.2	35.6	24	Chalum	540.24	10.80	Brown, 1997
5	Demostrativa	P.D.I.2	66.1	6	Chalum	2270.32	45.41	Brown, 1997
6	Demostrativa	P.D.I.2	54.0	5	Chalum	1420.28	28.41	Brown, 1997
7	Demostrativa	P.D.I.2	40.7	3	Pacaya	737.02	14.74	Brown, 1997
8	Demostrativa	P.D.I.2	27.3	2	Pacaya	291.82	5.84	Brown, 1997
	SUMA		42	6	Banano y chalum		109.38	
1	Demostrativa	P.D.I.3	40.5	3	Banano	79.62	1.59	Van Noordwijk et al., 2002
2	Demostrativa	P.D.I.3	25.8	2	Banano	30.47	0.61	Van Noordwijk et al., 2002
3	Demostrativa	P.D.I.3	47.4	5	Banano	111.31	2.23	Van Noordwijk et al., 2002
4	Demostrativa	P.D.I.3	40.2	6	Banano	78.37	1.57	Van Noordwijk et al., 2002
5	Demostrativa	P.D.I.3	58.0	6	Banano	171.09	3.42	Van Noordwijk et al., 2002
6	Demostrativa	P.D.I.3	29.7	6	Banano	41.12	0.82	Van Noordwijk et al., 2002
7	Demostrativa	P.D.I.3	24.7	3	Banano	27.77	0.56	Van Noordwijk et al., 2002
8	Demostrativa	P.D.I.3	40.4	6	Banano	79.20	1.58	Van Noordwijk et al., 2002
9	Demostrativa	P.D.I.3	21.7	2	Banano	21.08	0.42	Van Noordwijk et al., 2002
10	Demostrativa	P.D.I.3	35.4	3	Banano	59.77	1.20	Van Noordwijk et al., 2002
	SUMA		36	4	Banano		14.00	
1	San Jorge	OT2-1	47.8	8	Cushin	1070.27	21.405	Brown, 1997
2	San Jorge	OT2-1	23.5	10	Chaperno	206.11	4.122	Brown, 1997
3	San Jorge	OT2-1	21.3	15	Laurel	164.08	3.282	Brown, 1997
4	San Jorge	OT2-1	33.1	14	Chaperno	456.27	9.125	Brown, 1997
5	San Jorge	OT2-1	26.7	14	Chaperno	277.16	5.543	Brown, 1997
6	San Jorge	OT2-1	63.2	13	Jaboncillo	2045.89	40.918	Brown, 1997
7	San Jorge	OT2-1	27.1	15	Chichipin	286.89	5.738	Brown, 1997
8	San Jorge	OT2-1	8.1	3	Jocote	17.41	0.348	Brown, 1997
9	San Jorge	OT2-1	22.6	10	Escoba	188.26	3.765	Brown, 1997
	SUMA		30	11	Chaperno		94.25	Brown, 1997
1	San Jorge	OT2-2	17.1	13	Guachipilin	98.58	1.972	Brown, 1997
2	San Jorge	OT2-2	4.0	3	Limón persa	3.39	0.068	Brown, 1997
3	San Jorge	OT2-2	1.2	4	Pacaya	0.21	0.004	Brown, 1997
4	San Jorge	OT2-2	25.3	8	Chaperno	244.60	4.892	Brown, 1997
5	San Jorge	OT2-2	15	9	Granadilla	72.74	1.455	Brown, 1997
6	San Jorge	OT2-2	5.1	2	Banano	0.96	0.019	Van Noordwijk et al., 2002
7	San Jorge	OT2-2	7.3	6	Aguacate	13.68	0.274	Brown, 1997
8	San Jorge	OT2-2	17.8	12	Tasiscó	108.19	2.164	Brown, 1997
9	San Jorge	OT2-2	33.7	15	Ataray	475.69	9.514	Brown, 1997
10	San Jorge	OT2-2	23.4	12	Chaperno	204.08	4.082	Brown, 1997
11	San Jorge	OT2-2	1.1	2.5	Pacaya	0.17	0.003	Brown, 1997
12	San Jorge	OT2-2	3.8	3	Limón persa	3.01	0.060	Brown, 1997
13	San Jorge	OT2-2	12.6	8	Aguacate	48.54	0.971	Brown, 1997
	SUMA		13	8	Ch, Pac, aguac		25.48	

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO ORGÁNICO								
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS								
ÁRBOLES MUESTREADOS								
	ÁRBOLES	Parcela	DAP árbol	Altura árbol	Nom Común	Biomasa (kg)	Carbono tonC/ha	Ecuación de biomasa
1	San Jorge	OT2-3	37.6	15	Aguacate	613.27	12.265	Brown, 1997
2	San Jorge	OT2-3	25.7	3	Naranja	253.67	5.073	Brown, 1997
3	San Jorge	OT2-3	19.9	5	Chaperno	140.14	2.803	Brown, 1997
4	San Jorge	OT2-3	18.3	7	Aguacate	115.37	2.307	Brown, 1997
5	San Jorge	OT2-3	35.3	7	Gigante	529.73	10.595	Brown, 1997
6	San Jorge	OT2-3	10.6	3	Banano	4.58	0.092	Van Noordwijk et al., 2002
7	San Jorge	OT2-3	9.3	2.5	Banano	3.47	0.069	Van Noordwijk et al., 2002
8	San Jorge	OT2-3	13.4	2.5	Banano	7.55	0.151	Van Noordwijk et al., 2002
9	San Jorge	OT2-3	7.5	2.5	Banano	2.19	0.044	Van Noordwijk et al., 2002
10	San Jorge	OT2-3	1.6	2.2	Pacaya	0.09	0.002	Brown, 1997
11	San Jorge	OT2-3	2.3	2.1	Pacaya	0.21	0.004	Brown, 1997
12	San Jorge	OT2-3	1.8	2.3	Pacaya	0.12	0.002	Brown, 1997
13	San Jorge	OT2-3	7.1	7	Laurel	2.83	0.057	Brown, 1997
14	San Jorge	OT2-3	9.9	9	Laurel	6.12	0.122	Brown, 1997
15	San Jorge	OT2-3	6.8	2.5	Pacaya	2.56	0.051	Brown, 1997
16	San Jorge	OT2-3	36.3	15	Chaperno	124.77	2.495	Brown, 1997
17	San Jorge	OT2-3	14.2	2.4	Banano	8.54	0.171	Van Noordwijk et al., 2002
18	San Jorge	OT2-3	26.4	10	Chichipin	269.99	5.400	Brown, 1997
19	San Jorge	OT2-3	14.4	12	Aguacate	66.16	1.323	Brown, 1997
	SUMA		16	8	Banano		43.03	
1	Pasinai	O1	45.5	10	Jocote	954.57	19.091	Brown, 1997
2	Pasinai	O1	40.1	10	Jocote	712.06	14.241	Brown, 1997
3	Pasinai	O1	42.3	10	Jocote	805.99	16.120	Brown, 1997
4	Pasinai	O1	45.1	10	Jocote	935.21	18.704	Brown, 1997
5	Pasinai	O1	39.7	10	Jocote	695.69	13.914	Brown, 1997
6	Pasinai	O1	42.5	10	Jocote	814.86	16.297	Brown, 1997
7	Pasinai	O1	43.1	10	Jocote	841.80	16.836	Brown, 1997
8	Pasinai	O1	38.8	10	Jocote	659.64	13.193	Brown, 1997
9	Pasinai	O1	40.9	10	Jocote	745.45	14.909	Brown, 1997
10	Pasinai	O1	36.9	10	Palo de Jiote	587.11	11.742	Brown, 1997
11	Pasinai	O1	34.1	15	Gravilea	581.57	11.631	Castellanos et al., 2010
12	Pasinai	O1	32.3	18	Gravilea	508.66	10.173	Castellanos et al., 2010
13	Pasinai	O1	47.1	11	Jocote	1034.26	20.685	Brown, 1997
14	Pasinai	O1	45.4	11	Jocote	949.71	18.994	Brown, 1997
15	Pasinai	O1	39.7	11	Jocote	695.69	13.914	Brown, 1997
16	Pasinai	O1	41.8	11	Jocote	784.06	15.681	Brown, 1997
17	Pasinai	O1	35.8	14	Gravilea	655.83	13.117	Castellanos et al., 2010
18	Pasinai	O1	27.4	12	Gravilea	338.79	6.776	Castellanos et al., 2010
	SUMA		40	11	Jocote		266.02	Castellanos et al., 2010
1	Pasinai	O2	35.3	14	Gravilea	633.44	12.669	Castellanos et al., 2010
2	Pasinai	O2	37.8	10	Gravilea	750.08	15.002	Castellanos et al., 2010
3	Pasinai	O2	31.4	11	Gravilea	474.36	9.487	Castellanos et al., 2010
4	Pasinai	O2	36.5	12	Gravilea	687.97	13.759	Castellanos et al., 2010
5	Pasinai	O2	29.7	10	Gravilea	413.43	8.269	Castellanos et al., 2010
6	Pasinai	O2	31.9	11	Gravilea	493.24	9.865	Castellanos et al., 2010
7	Pasinai	O2	31.3	11	Gravilea	470.64	9.413	Castellanos et al., 2010
8	Pasinai	O2	37.6	12	Gravilea	740.32	14.806	Castellanos et al., 2010
9	Pasinai	O2	35.4	14	Gravilea	637.88	12.758	Castellanos et al., 2010
	SUMA		34	12	Gravilea		106.03	
1	Tzangucal	TO3	25.7	12	Gravilea	289.21	5.784	Castellanos et al., 2010
2	Tzangucal	TO3	24.3	16	Gravilea	251.84	5.037	Castellanos et al., 2010
3	Tzangucal	TO3	32.8	15	Gravilea	528.33	10.567	Castellanos et al., 2010
4	Tzangucal	TO3	8.2	16	Gravilea	17.21	0.344	Castellanos et al., 2010
5	Tzangucal	TO3	21.6	16	Gravilea	188.27	3.765	Castellanos et al., 2010
6	Tzangucal	TO3	26.4	15	Gravilea	309.06	6.181	Castellanos et al., 2010
7	Tzangucal	TO3	18.2	15	Gravilea	123.32	2.466	Castellanos et al., 2010
8	Tzangucal	TO3	22.4	14	Gravilea	205.96	4.119	Castellanos et al., 2010
9	Tzangucal	TO3	4.4	10	Gravilea	3.70	0.074	Castellanos et al., 2010
10	Tzangucal	TO3	17.5	14	Gravilea	111.93	2.239	Castellanos et al., 2010
11	Tzangucal	TO3	0.9	7	Gravilea	0.07	0.001	Castellanos et al., 2010
	SUMA		18	14	Gravilea		40.58	

SISTEMA AGROFORESTAL DE SISTEMA ORGÁNICO									
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO									
DE LOS HIJOS DE CAFETALES MUESTREADOS									
Sitio	Parcela	Unidad (arbus)	Altura café	DAB toc	DAB ca	Altura tocór	Biomasa (Kg)	Carbono Ton	C (tonC/t)
Demostrativa	P.D.I.1	1	1.95	3.20	2.30	0.24	0.771390	0.000386	
Demostrativa	P.D.I.1	2a	1.25	2.40	1.40	0.20	0.340381	0.000170	
Demostrativa	P.D.I.1	2b	1.90		1.20		0.264020	0.000132	
Demostrativa	P.D.I.1	3a	1.95	2.50	2.00	0.20	0.612695	0.000306	
Demostrativa	P.D.I.1	3b	1.90		1.70		0.468734	0.000234	
Demostrativa	P.D.I.1	4a	2.00	1.90	2.20	0.20	0.716901	0.000358	
Demostrativa	P.D.I.1	4b	1.70		1.80		0.515034	0.000258	
Demostrativa	P.D.I.1	5a	2.45	3.20	1.90	0.20	0.563032	0.000282	
Demostrativa	P.D.I.1	5b	2.00		2.00		0.612695	0.000306	
Demostrativa	P.D.I.1	6a	1.60	3.00	1.80	0.10	0.515034	0.000258	
Demostrativa	P.D.I.1	6b	1.70		0.60		0.084244	0.000042	
Demostrativa	P.D.I.1	7a	0.47	2.40	0.10	0.30	0.004397	0.000002	
Demostrativa	P.D.I.1	7b	1.00		0.20		0.013780	0.000007	
Demostrativa	P.D.I.1	8a	2.05	3.10	2.10	0.38	0.663994	0.000332	
Demostrativa	P.D.I.1	8b	0.67		0.20		0.013780	0.000007	
Demostrativa	P.D.I.1	8c	1.40		0.60		0.084244	0.000042	
Demostrativa	P.D.I.1	8d	2.05		2.30		0.771390	0.000386	
								0.003508	1.403149
Demostrativa	P.D.I.2	1	1.90	0.00	2.50		0.885018	0.000443	
Demostrativa	P.D.I.2	2a	1.78	3.70	1.90	0.30	0.563032	0.000282	
Demostrativa	P.D.I.2	2b	1.71		1.70		0.468734	0.000234	
Demostrativa	P.D.I.2	3a	1.93	8.60	2.40	0.32	0.827437	0.000414	
Demostrativa	P.D.I.2	3b	2.08		3.70		1.688664	0.000844	
Demostrativa	P.D.I.2	3b 1	1.97		2.60		0.944111	0.000472	
Demostrativa	P.D.I.2	4a	1.24	4.70	1.80	0.30	0.515034	0.000258	
Demostrativa	P.D.I.2	4b	2.01		2.40		0.827437	0.000414	
Demostrativa	P.D.I.2	5	1.85	0.00	2.30		0.771390	0.000386	
Demostrativa	P.D.I.2	6	1.70	0.00	1.10		0.228750	0.000114	
Demostrativa	P.D.I.2	7a	1.13	8.10	0.70	0.30	0.108610	0.000054	
Demostrativa	P.D.I.2	7b	1.76		1.20		0.264020	0.000132	
Demostrativa	P.D.I.2	7b 1	1.28		1.60		0.424167	0.000212	
								0.004258	1.703281
Demostrativa	P.D.I.3	1a	1.25	3.80	1.40	0.25	0.340381	0.000170	
Demostrativa	P.D.I.3	1a 1	2.7		2.10		0.663994	0.000332	
Demostrativa	P.D.I.3	1a 2	2.05		2.60		0.944111	0.000472	
Demostrativa	P.D.I.3	1b	2.70		2.10		0.663994	0.000332	
Demostrativa	P.D.I.3	2	1.90	0.00	1.10		0.228750	0.000114	
Demostrativa	P.D.I.3	3a	1.78	2.70	1.70	0.25	0.468734	0.000234	
Demostrativa	P.D.I.3	3b	1.90		2.10		0.663994	0.000332	
Demostrativa	P.D.I.3	4a	2.50	4.10	3.10	0.24	1.261568	0.000631	
Demostrativa	P.D.I.3	4b	1.90		2.90		1.130261	0.000565	
Demostrativa	P.D.I.3	5a	1.76	3.70	2.30	0.25	0.771390	0.000386	
Demostrativa	P.D.I.3	5b	2.12		2.60		0.944111	0.000472	
Demostrativa	P.D.I.3	5b 1	2.53		3.20		1.329333	0.000665	
Demostrativa	P.D.I.3	6a	1.45	2.10	1.70	0.20	0.468734	0.000234	
Demostrativa	P.D.I.3	6b	0.97		1.20		0.264020	0.000132	
Demostrativa	P.D.I.3	7a	1.76	3.40	1.80	0.20	0.515034	0.000258	
Demostrativa	P.D.I.3	7b	1.90		2.30		0.771390	0.000386	
Demostrativa	P.D.I.3	8	1.60	0.00	0.90	0.0	0.164338	0.000082	
								0.005797	2.318828

SISTEMA AGROFORESTAL DE SISTEMA ORGÁNICO									
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO									
DE LOS HIJOS DE CAFETALES									
Sitio	Parcela	Unidad (arbus)	Altura café	DAB toc	DAB ca	Altura tocón	Biomasa (Kg)	Carbono Ton	C (tonC/t)
San Jorge	OT2-1	1a	1.96	1.40	2.10	0.45	0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-1	1a 1	2.07		1.10		0.228750	0.000114	
San Jorge	OT2-1	1b	2.10		1.00		0.195500	0.000098	
San Jorge	OT2-1	2	1.70	0.00	1.40	0.00	0.340381	0.000170	
San Jorge	OT2-1	3a	2.10	2.40	2.20	0.40	0.716901	0.000358	
San Jorge	OT2-1	3b	2.50		1.80		0.515034	0.000258	
San Jorge	OT2-1	3b 1	2.80		2.10		0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-1	4a	1.70	4.30	2.00	0.45	0.612695	0.000306	
San Jorge	OT2-1	4b	1.80		1.60		0.424167	0.000212	
San Jorge	OT2-1	4b 1	2.20		1.00		0.195500	0.000098	
San Jorge	OT2-1	5	1.57	0.00	1.80	0.00	0.515034	0.000258	
San Jorge	OT2-1	6a	1.70	3.30	2.10	0.40	0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-1	6b	1.50		1.30		0.301249	0.000151	
San Jorge	OT2-1	6b 1	0.50		0.80		0.135344	0.000068	
San Jorge	OT2-1	7	1.52	0.00	0.80	0.00	0.135344	0.000068	
San Jorge	OT2-1	8a	2.60	7.80	3.30	0.45	1.398485	0.000699	
San Jorge	OT2-1	8a 1	2.30		2.40		0.827437	0.000414	
San Jorge	OT2-1	8a 2	2.40		2.50		0.885018	0.000443	
San Jorge	OT2-1	8b	2.08		2.60		0.944111	0.000472	
San Jorge	OT2-1	8b 1	2.15		1.90		0.563032	0.000282	
San Jorge	OT2-1	8c	2.25		2.30		0.771390	0.000386	
San Jorge	OT2-1	8c 1	1.50		1.05		0.211869	0.000106	
							0.005955		2.381844
San Jorge	OT2-2	1a	2.03	1.90	1.80	0.30	0.515034	0.000258	
San Jorge	OT2-3	1a 1	1.72		0.90		0.164338	0.000082	
San Jorge	OT2-2	1b	2.10		2.08		0.653605	0.000327	
San Jorge	OT2-2	2	1.80	0.00	1.20	0.00	0.264020	0.000132	
San Jorge	OT2-2	3	2.10	0.00	1.60	0.00	0.424167	0.000212	
San Jorge	OT2-2	4a	2.30	2.05	1.90	0.30	0.563032	0.000282	
San Jorge	OT2-2	4a 1	2.50		2.10		0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-2	4b	3.10		2.60		0.944111	0.000472	
San Jorge	OT2-2	4b 1	3.50		2.30		0.771390	0.000386	
San Jorge	OT2-2	4b 2	3.20		2.10		0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-2	5a	3.10	3.10	2.10	0.30	0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-2	5b	2.90		2.00		0.612695	0.000306	
San Jorge	OT2-2	5b 1	2.50		1.80		0.515034	0.000258	
San Jorge	OT2-2	6	1.74	0.00	1.10		0.228750	0.000114	
San Jorge	OT2-2	7a	2.50	2.40	3.20	0.25	1.329333	0.000665	
San Jorge	OT2-2	7a 1	1.90		2.10		0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-2	7b	1.30		0.60		0.084244	0.000042	
San Jorge	OT2-2	7b 1	1.90		1.90		0.563032	0.000282	
San Jorge	OT2-2	7b 2	2.40		2.30		0.771390	0.000386	
							0.005530		2.212030
San Jorge	OT2-3	1a	1.80	0.00	0.30	0.00	0.026881	0.000013	
San Jorge	OT2-3	2a	1.95	8.10	2.30	0.20	0.771390	0.000386	
San Jorge	OT2-3	2a 1	1.90		1.60		0.424167	0.000212	
San Jorge	OT2-3	2a 2	1.70		2.20		0.716901	0.000358	
San Jorge	OT2-3	2b	1.95		2.50		0.885018	0.000443	
San Jorge	OT2-3	2b 1	2.00		3.40		1.469008	0.000735	
San Jorge	OT2-3	3a	2.05	2.70	3.40	0.20	1.469008	0.000735	
San Jorge	OT2-3	3a 1	2.30		2.50		0.885018	0.000443	
San Jorge	OT2-3	3b	3.00	2.10	2.10	0.20	0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-3	4a	1.90	1.60	1.70	0.20	0.468734	0.000234	
San Jorge	OT2-3	4b	2.10		2.30		0.771390	0.000386	
San Jorge	OT2-3	5a	1.80	0.00	0.70	0.00	0.108610	0.000054	
San Jorge	OT2-3	6a	3.00	7.20	2.80	0.40	1.066751	0.000533	
San Jorge	OT2-3	6a 1	2.50		2.90		1.130261	0.000565	
San Jorge	OT2-3	6b	2.10		2.10		0.663994	0.000332	
San Jorge	OT2-3	6b 1	1.70		1.80		0.515034	0.000258	
San Jorge	OT2-3	6b 2	3.20		3.80		1.764534	0.000882	
San Jorge	OT2-3	7a	2.00	0.00	2.50	0.00	0.885018	0.000443	
San Jorge	OT2-3	8a	1.80	0.00	0.90	0.00	0.164338	0.000082	
							0.007425		2.970010

SISTEMA AGROFORESTAL DE SISTEMA ORGÁNICO									
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO									
DE LOS HIJOS DE CAFETALES									
Sitio	Parcela	Unidad (arbus)	Altura café	DAB tocón	DAB caña	Altura tocón	Biomasa (Kg)	Carbono Ton	C (tonC/t)
Pasinai	O1	1a	1.57	2.50	0.70	0.12	0.108610	0.000054	
Pasinai	O1	1b	1.40		0.60		0.084244	0.000042	
Pasinai	O1	1c	1.32		0.70		0.108610	0.000054	
Pasinai	O1	1d	1.90		2.30		0.771390	0.000386	
Pasinai	O1	1e	0.90		0.60		0.084244	0.000042	
Pasinai	O1	2a	1.50	4.10	1.40	0.59	0.340381	0.000170	
Pasinai	O1	2b	1.70		0.50		0.062381	0.000031	
Pasinai	O1	2c	1.98		0.90		0.164338	0.000082	
Pasinai	O1	2d	2.10		2.10		0.663994	0.000332	
Pasinai	O1	3a	1.30	2.70	0.90	0.30	0.164338	0.000082	
Pasinai	O1	3b	1.60		1.30		0.301249	0.000151	
Pasinai	O1	3c	1.50		1.40		0.340381	0.000170	
Pasinai	O1	4a	1.40	2.20	1.90	0.10	0.563032	0.000282	
Pasinai	O1	4b	1.60		1.40		0.340381	0.000170	
Pasinai	O1	5	1.50	0.00	2.80		1.066751	0.000533	
Pasinai	O1	6a	1.60	2.70	1.60	0.05	0.424167	0.000212	
Pasinai	O1	6b	1.65		2.70		1.004695	0.000502	
Pasinai	O1	7a	1.81	4.70	2.60	0.05	0.944111	0.000472	
Pasinai	O1	7b	1.90		2.10		0.663994	0.000332	
Pasinai	O1	7c	2.10		1.80		0.515034	0.000258	
Pasinai	O1	8a	1.90	3.90	1.90	0.08	0.563032	0.000282	
Pasinai	O1	8b	2.00		2.80		1.066751	0.000533	
								0.005173	2.069222
Pasinai	O2	1a	2.10	5.10	3.70	0.50	1.688664	0.000844	
Pasinai	O2	1a 1	2.15		3.40		1.469008	0.000735	
Pasinai	O2	2a	1.20	3.30	1.30	0.20	0.301249	0.000151	
Pasinai	O2	2a 1	1.25		1.70		0.468734	0.000234	
Pasinai	O2	3a	1.75	1.10	0.60	0.60	0.084244	0.000042	
Pasinai	O2	3a 1	1.32	2.30			0.000000	0.000000	
Pasinai	O2	3b	1.20		0.70		0.108610	0.000054	
Pasinai	O2	4	1.90	0.00	2.50	0.00	0.885018	0.000443	
Pasinai	O2	5a	1.10	2.70	1.60	0.10	0.424167	0.000212	
Pasinai	O2	5a 1	1.70		0.90		0.164338	0.000082	
Pasinai	O2	5b	1.56		0.80		0.135344	0.000068	
Pasinai	O2	6a	1.90	3.30	2.60	0.30	0.944111	0.000472	
Pasinai	O2	6b	1.70		1.90		0.563032	0.000282	
Pasinai	O2	7a	1.10	2.40	0.60	0.50	0.084244	0.000042	
Pasinai	O2	7b	1.45		2.10		0.663994	0.000332	
Pasinai	O2	8	1.80	0.00	1.10	0.00	0.228750	0.000114	
Pasinai	O2	9	1.90	0.00	1.70	0.00	0.468734	0.000234	
								0.004341	1.736448
Tzangucal	O3	1a	1.30	0.90	0.40	0.10	0.043186	0.000022	
Tzangucal	O3	1b	1.30		0.60		0.084244	0.000042	
Tzangucal	O3	2a	1.30	5.10	1.50	0.20	0.381369	0.000191	
Tzangucal	O3	2b	1.30		1.60		0.424167	0.000212	
Tzangucal	O3	2c	1.30		1.40		0.340381	0.000170	
Tzangucal	O3	2c 1	1.30		1.60		0.424167	0.000212	
Tzangucal	O3	3a	0.40	3.40	0.60	0.10	0.084244	0.000042	
Tzangucal	O3	3b	0.40		0.50		0.062381	0.000031	
Tzangucal	O3	4a	1.45	3.20	1.60	0.10	0.424167	0.000212	
Tzangucal	O3	4a 1	1.40		1.80		0.515034	0.000258	
Tzangucal	TO3	4b	1.20		1.50		0.381369	0.000191	
Tzangucal	TO3	5a	0.30	2.30	0.40	0.10	0.043186	0.000022	
Tzangucal	TO3	5b	0.30		0.60		0.084244	0.000042	
Tzangucal	TO3	5c	0.30		1.00		0.195500	0.000098	
Tzangucal	TO3	6a	1.40	2.60	1.70	0.10	0.468734	0.000234	
Tzangucal	TO3	6b	1.40		0.70		0.108610	0.000054	
Tzangucal	TO3	7a	1.50	3.80	1.60	0.10	0.424167	0.000212	
Tzangucal	TO3	7b	1.50		0.90		0.164338	0.000082	
Tzangucal	TO3	7c	1.50		0.50		0.062381	0.000031	
Tzangucal	TO3	8a	1.20	5.80	1.40	0.05	0.340381	0.000170	
Tzangucal	TO3	8a 1	1.32		1.80		0.515034	0.000258	
Tzangucal	TO3	8b	1.41		1.90		0.563032	0.000282	
Tzangucal	TO3	9a	1.40	2.10	0.70	0.10	0.108610	0.000054	
Tzangucal	TO3	9b	1.30		1.20		0.264020	0.000132	
								0.003253	1.301389

SISTEMA AGROFORESTAL DE SISTEMA ORGÁNICO							
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS TOCONES MUESTREADOS							
Sitio	Parcel	Unida	DAB toc	Altura toc	dap2*I	Biomasa (F)	C Ton/Ha
San Jorge	OT2-1	1a	1.40	0.45	0.88	0.104985	0.020997
San Jorge	OT2-1	1a 1				0.000000	
San Jorge	OT2-1	1b				0.000000	
San Jorge	OT2-1	2	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-1	3a	2.40	0.40	2.30	0.176919	0.035384
San Jorge	OT2-1	3b					
San Jorge	OT2-1	3b 1					
San Jorge	OT2-1	4a	4.30	0.45	8.32	0.355523	0.071105
San Jorge	OT2-1	4b					
San Jorge	OT2-1	4b 1					
San Jorge	OT2-1	5	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-1	6a					
San Jorge	OT2-1	6b					
San Jorge	OT2-1	6b 1					
San Jorge	OT2-1	7	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-1	8a	7.80	0.45	27.38	0.679194	0.135839
San Jorge	OT2-1	8a 1					
San Jorge	OT2-1	8a 2					
San Jorge	OT2-1	8b					
San Jorge	OT2-1	8b 1					
San Jorge	OT2-1	8c					
San Jorge	OT2-1	8c 1					
							0.263324
San Jorge	OT2-2	1a	1.90	0.30	1.08	0.117378	0.023476
San Jorge	OT2-2	1a 1					
San Jorge	OT2-2	1b					
San Jorge	OT2-2	2	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-2	3	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-2	4a	2.05	0.30	1.26	0.127485	0.025497
San Jorge	OT2-2	4a 1					
San Jorge	OT2-2	4b					
San Jorge	OT2-2	4b 1					
San Jorge	OT2-2	4b 2					
San Jorge	OT2-2	5a	3.10	0.30	2.88	0.199844	0.039969
San Jorge	OT2-2	5b					
San Jorge	OT2-2	5b 1					
San Jorge	OT2-2	6	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-2	7a	2.40	0.25	1.44	0.137037	0.027407
San Jorge	OT2-2	7a 1					
San Jorge	OT2-2	7b					
San Jorge	OT2-2	7b 1					
San Jorge	OT2-2	7b 2					
							0.116349
San Jorge	OT2-3	1a	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-3	2a	8.10	0.20	13.12	0.455407	0.091081
San Jorge	OT2-3	2a 1					
San Jorge	OT2-3	2a 2					
San Jorge	OT2-3	2b					
San Jorge	OT2-3	2b 1					
San Jorge	OT2-3	3a	2.70	0.20	1.46	0.137965	0.027593
San Jorge	OT2-3	3a 1					
San Jorge	OT2-3	3b	2.10	0.20	0.88	0.104985	0.020997
San Jorge	OT2-3	4a	1.60	0.20	0.51	0.078119	0.015624
San Jorge	OT2-3	4b					
San Jorge	OT2-3	5a					
San Jorge	OT2-3	6a	7.20	0.40	20.74	0.583991	0.116798
San Jorge	OT2-3	6a 1					
San Jorge	OT2-3	6b					
San Jorge	OT2-3	6b 1					
San Jorge	OT2-3	6b 2					
San Jorge	OT2-3	7a	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
San Jorge	OT2-3	8a	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
							0.272093

SISTEMA AGROFORESTAL DE SISTEMA ORGÁNICO							
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS TOCONES MUESTREADOS							
Sitio	Parcel	Unida	DAB toc	Altura toc	dap2*I	Biomasa (t)	C Ton/Ha
Pasinai	O1	1a	2.50	0.12	0.75	0.096131	0.019226
Pasinai	O1	1b					
Pasinai	O1	1c					
Pasinai	O1	1d					
Pasinai	O1	1e					
Pasinai	O1	2a	4.10	0.59	9.92	0.391129	0.078226
Pasinai	O1	2b					
Pasinai	O1	2c					
Pasinai	O1	2d					
Pasinai	O1	3a	2.70	0.30	2.19	0.171978	0.034396
Pasinai	O1	3b					
Pasinai	O1	3c					
Pasinai	O1	4a	2.20	0.10	0.48	0.075767	0.015153
Pasinai	O1	4b					
Pasinai	O1	5	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Pasinai	O1	6a	2.70	0.05	0.36	0.064945	0.012989
Pasinai	O1	6b					
Pasinai	O1	7a	4.70	0.05	1.10	0.118639	0.023728
Pasinai	O1	7b					
Pasinai	O1	7c					
Pasinai	O1	8a	3.90	0.08	1.22	0.125050	0.025010
Pasinai	O1	8b					
							0.208728
Pasinai	O2	1a	5.10	0.50	13.01	0.453195	0.090639
Pasinai	O2	1a 1					
Pasinai	O2	2a	3.30	0.20	2.18	0.171593	0.034319
Pasinai	O2	2a 1					
Pasinai	O2	3a	1.10	0.60	0.73	0.094446	0.018889
Pasinai	O2	3a 1	2.30	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Pasinai	O2	3b					
Pasinai	O2	4	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Pasinai	O2	5a	2.70	0.10	0.73	0.094658	0.018932
Pasinai	O2	5a 1					
Pasinai	O2	5b					
Pasinai	O2	6a	3.30	0.30	3.27	0.213898	0.042780
Pasinai	O2	6b					
Pasinai	O2	7a	2.40	0.50	2.88	0.199731	0.039946
Pasinai	O2	7b					
Pasinai	O2	8	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Pasinai	O2	9	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
							0.245504
Tzangucal	TO3	1a	0.90	0.10	0.08	0.028677	0.005735
Tzangucal	TO3	1b					
Tzangucal	TO3	2a	5.10	0.20	5.20	0.275426	0.055085
Tzangucal	TO3	2b					
Tzangucal	TO3	2c					
Tzangucal	TO3	2c 1					
Tzangucal	TO3	3a	3.40	0.10	1.16	0.121614	0.024323
Tzangucal	TO3	3b					
Tzangucal	TO3	4a	3.20	0.10	1.02	0.113858	0.022772
Tzangucal	TO3	4a 1					
Tzangucal	TO3	4b					
Tzangucal	TO3	5a	2.30	0.10	0.53	0.079518	0.015904
Tzangucal	TO3	5b					
Tzangucal	TO3	5c					
Tzangucal	TO3	6a	2.60	0.10	0.68	0.090854	0.018171
Tzangucal	TO3	6b					
Tzangucal	TO3	7a	3.80	0.10	1.44	0.137243	0.027449
Tzangucal	TO3	7b					
Tzangucal	TO3	7c					
Tzangucal	TO3	8a	5.80	0.05	1.68	0.149109	0.029822
Tzangucal	TO3	8a 1					
Tzangucal	TO3	8b					
Tzangucal	TO3	9a	2.10	0.10	0.44	0.072031	0.014406
Tzangucal	TO3	9b					
							0.213666

Variable alométrica y kilogramos de biomasa y carbono para maleza muestreada								
Sitio	Parcela	Peso total maleza campo(kg)	Peso húmedo maleza muestra (g)	Peso seco maleza muestra (g)	Materia seca (g/g)	Biomasa total (Kg)	Carbono (Kg)	Carbono (Ton/ha)
Demostrativa	P.D.I.1	0.9	79	16.19	0.20	0.184443	0.092222	0.922215
Demostrativa	P.D.I.2	1.1	65	21.69	0.33	0.367062	0.183531	1.835308
Demostrativa	P.D.I.3	0.8	64	12.14	0.19	0.151750	0.075875	0.758750
San Jorge	OT2-1	0.1	67	20.41	0.30	0.030463	0.015231	0.152313
San Jorge	OT2-2	0.5	45	17.39	0.39	0.193222	0.096611	0.966111
San Jorge	OT2-3	0.7	41	10.69	0.26	0.182512	0.091256	0.912561
Pasinai	O1	1.5	55	11.98	0.22	0.326727	0.163364	1.633636
Pasinai	O2	0.0	0.0	0.0	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
Tzanguacal	TO3	0.6	59	18.45	0.31	0.187627	0.093814	0.938136
Observación:								
Peso bolsa ziploc pequeña = 2 gr								
Peso costal 100 gr								

Variable alométrica y kilogramos de biomasa y carbono para hojarasca muestreada								
Sitio	Parcela	Peso total hojarasca campo (kg)	Peso húmedo hojarasca muestra (g)	Peso seco hojarasca muestra (g)	Materia seca (g/g)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)	Carbono (Ton/Ha)
Demostrativa	P.D.I.1	0.1	10	6.82	0.68	0.068200	0.034100	0.341000
Demostrativa	P.D.I.2	0.2	16	13.40	0.84	0.167500	0.083750	0.837500
Demostrativa	P.D.I.3	0.1	13	10.06	0.77	0.077385	0.038692	0.386923
San Jorge	OT2-1	0.5	25	18.41	0.74	0.368200	0.184100	1.841000
San Jorge	OT2-2	0.015	15	12.59	0.84	0.012590	0.006295	0.0630
San Jorge	OT2-3	0.030	30	23.12	0.77	0.023120	0.011560	0.115600
Pasinai	O1	0.1	24	19.03	0.79	0.079292	0.039646	0.396458
Pasinai	O2	1.0	34	24.36	0.72	0.716471	0.358235	3.582353
Tzanguacal	TO3	0.1	40	33.16	0.83	0.082900	0.041450	0.414500
Observación:								
Peso bolsa ziploc pequeña = 2 gr								
Peso costal 100 gr								

Porcentaje de carbono y densidad aparente del suelo muestreado				
Sitio	Parcela	% carbono no corregido	Densidad Aparente (gr/cc)	TOTAL Carbono (Ton/ha)
Demostrativa	O. P.D.I.1	4.13	1.19	49.11
Demostrativa	O. P.D.I.2	3.80	1.12	42.53
Demostrativa	O. P.D.I.3	5.28	1.09	57.59
Demostrativa Mixta	Mixto O 1	4.41	1.14	50.29
San Jorge	O. OT2-1	4.92	1.09	53.65
San Jorge	O. OT2-2	6.35	1.14	72.42
San Jorge	O. OT2-3	3.25	1.22	39.66
San Jorge Mixta	Mixto O 2	6.32	1.21	76.52
Pasinai	O. O1	10.06	0.82	82.50
Pasinai	O. O2	8.52	0.78	66.47
Tzanguacal	O. TO3	8.68	0.80	69.40
Pasinai y Tzanguacal Mixta	Mixto O 3	4.95	0.89	44.06

Puntos de muestro delimitados para sistema agroforestal orgánico							
No.	Sitio	ID parcela	X	Y	ALTURA	PENDIENTE	ORIENTACIÓN
			UTM		m	grados	
1	Demostrativa	P.D.I.1	7001447	1607659	1530	25	SE
2	Demostrativa	P.D.I.2	7001456	1607656	1524	19	SE
3	Demostrativa	P.D.I.3	7001453	1607656	1513	15	SE
4	San Jorge	OT2-1	699711	1610122	1357	20	N
5	San Jorge	OT2-2	699652	1610130	1242	28	N
6	San Jorge	OT2-3	700157	1609744	1155	16	NE
7	Pasinai	O1	695014	1621703	1632	13	NW
8	Pasinai	O2	695039	1621763	1593	12	NW
10	Tzanguacal	TO3	698316	1621124	1628	16	NE

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL								
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS								
ÁRBOLES MUESTREADOS								
	Sitio	Parcela	DAP árbol	Altura árbol	Nom. Común	Biomasa (kg)	Carbono tonC/ha	eq biomasa
1	Xesucut	C1.1	34.90	15.00	Gravilea	615.86	12.32	Castellanos et al., 2010
2	Xesucut	C1.1	9.90	4.00	Gravilea	27.41	0.55	Castellanos et al., 2010
3	Xesucut	C1.1	24.10	10.00	Gravilea	246.75	4.94	Castellanos et al., 2010
4	Xesucut	C1.1	25.30	12.00	Gravilea	278.22	5.56	Castellanos et al., 2010
5	Xesucut	C1.1	25.00	14.00	Gravilea	270.14	5.40	Castellanos et al., 2010
6	Xesucut	C1.1	12.70	15.00	Gravilea	50.70	1.01	Castellanos et al., 2010
7	Xesucut	C1.1	43.80	19.00	Gravilea	1079.33	21.59	Castellanos et al., 2010
8	Xesucut	C1.1	5.10	5.00	Gravilea	5.32	0.11	Castellanos et al., 2010
9	Xesucut	C1.1	35.20	18.00	Gravilea	629.02	12.58	Castellanos et al., 2010
	SUMA		24	12	Gravilea		64.06	
1	Xesucut	C1.2	67.00	20.00	Encino	2213.55	44.27	Jenkins et al., 2003
2	Xesucut	C1.2	36.10	15.00	Gravilea	669.49	13.39	Castellanos et al., 2010
3	Xesucut	C1.2	33.90	12.00	Aguacate	482.26	9.65	Brown, 1997
4	Xesucut	C1.2	42.70	15.00	Sarra	823.78	16.48	Brown, 1997
5	Xesucut	C1.2	35.30	12.00	Aguacate	529.73	10.59	Brown, 1997
6	Xesucut	C1.2	29.80	18.00	Encino	307.86	6.16	Jenkins et al., 2003
	SUMA		41	15	Aguacate		100.53	
1	Xesucut	C1.3	38.70	16.00	Aguacate	655.71	13.11	Brown, 1997
2	Xesucut	C1.3	19.30	14.00	Aguacate	130.53	2.61	Brown, 1997
3	Xesucut	C1.3	39.30	20.00	Aguacate	679.53	13.59	Brown, 1997
4	Xesucut	C1.3	27.10	19.00	Aguacate	286.89	5.74	Brown, 1997
5	Xesucut	C1.3	57.10	22.00	Aguacate	1616.65	32.33	Brown, 1997
6	Xesucut	C1.3	33.20	20.00	Aguacate	459.47	9.19	Brown, 1997
7	Xesucut	C1.3	76.70	22.00	Aguacate	3205.86	64.12	Brown, 1997
8	Xesucut	C1.3	27.90	20.00	Aguacate	306.92	6.14	Brown, 1997
9	Xesucut	C1.3	71.60	20.00	Aguacate	2732.86	54.66	Brown, 1997
	SUMA		43	19	Aguacate		201.49	
1	Patsivir	C2.1	34.10	15.00	Gravilea	581.57	11.63	Castellanos et al., 2010
2	Patsivir	C2.1	25.30	14.00	Gravilea	278.22	5.56	Castellanos et al., 2010
3	Patsivir	C2.1	3.70	2.50	Naranja	2.83	0.06	Brown, 1997
4	Patsivir	C2.1	28.50	15.00	Gravilea	373.38	7.47	Castellanos et al., 2010
5	Patsivir	C2.1	30.40	17.00	Gravilea	437.92	8.76	Castellanos et al., 2010
6	Patsivir	C2.1	22.20	15.00	Gravilea	201.45	4.03	Castellanos et al., 2010
7	Patsivir	C2.1	28.70	17.00	Gravilea	379.89	7.60	Castellanos et al., 2010
8	Patsivir	C2.1	15.30	12.00	Aguacate	76.16	1.52	Brown, 1997
	SUMA		24	13	Gravilea		46.63	
1	Patsivir	C2.2	31.90	10.00	Chalum	418.81	8.38	Brown, 1997
2	Patsivir	C2.2	4.80	5.00	Palo de agua	5.17	0.10	Brown, 1997
3	Patsivir	C2.2	43.70	12.00	Chalum	869.23	17.38	Brown, 1997
4	Patsivir	C2.2	11.50	8.00	Nispero	39.27	0.79	Brown, 1997
5	Patsivir	C2.2	18.30	12.00	Aguacate	115.37	2.31	Brown, 1997
6	Patsivir	C2.2	18.40	12.00	Chalum	116.84	2.34	Brown, 1997
7	Patsivir	C2.2	28.10	15.00	Chalum	312.05	6.24	Brown, 1997
8	Patsivir	C2.2	12.80	14.00	Gravilea	51.70	1.03	Castellanos et al., 2010
	SUMA		21	11	Chalum		38.57	
1	Patsivir	C2.3	21.80	16.00	Chalum	173.16	3.46	Brown, 1997
2	Patsivir	C2.3	23.90	14.00	Gravilea	241.73	4.83	Castellanos et al., 2010
3	Patsivir	C2.3	18.30	15.00	Gravilea	125.00	2.50	Castellanos et al., 2010
4	Patsivir	C2.3	19.80	17.00	Gravilea	151.86	3.04	Castellanos et al., 2010
5	Patsivir	C2.3	18.60	15.00	Gravilea	130.13	2.60	Castellanos et al., 2010
6	Patsivir	C2.3	25.70	13.00	Gravilea	289.21	5.78	Castellanos et al., 2010
7	Patsivir	C2.3	22.30	15.00	Gravilea	203.70	4.07	Castellanos et al., 2010
8	Patsivir	C2.3	19.40	15.00	Gravilea	144.39	2.89	Castellanos et al., 2010
9	Patsivir	C2.3	27.10	17.00	Gravilea	329.70	6.59	Castellanos et al., 2010
10	Patsivir	C2.3	18.90	15.00	Gravilea	135.37	2.71	Castellanos et al., 2010
	SUMA		22	15	Gravilea		38.48	

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL								
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS								
ÁRBOLES MUESTREADOS								
	Sitio	Parcela	DAP árbol	Altura árbol	Nom. Común	Biomasa (kg)	Carbono tonC/ha	eq biomasa
1	Parcela 97	C3.1	19.80	10.00	Gravilea	151.86	3.04	Castellanos et al., 2010
2	Parcela 97	C3.1	20.70	8.00	Gravilea	169.48	3.39	Castellanos et al., 2010
3	Parcela 97	C3.1	15.40	8.00	Gravilea	81.63	1.63	Castellanos et al., 2010
4	Parcela 97	C3.1	21.20	6.00	Gravilea	179.77	3.60	Castellanos et al., 2010
5	Parcela 97	C3.1	21.20	9.00	Gravilea	179.77	3.60	Castellanos et al., 2010
6	Parcela 97	C3.1	19.40	7.00	Gravilea	144.39	2.89	Castellanos et al., 2010
7	Parcela 97	C3.1	14.90	5.00	Banano	9.46	0.19	Van Noordwijk et al., 2002
8	Parcela 97	C3.1	7.50	3.00	Banano	2.19	0.04	Van Noordwijk et al., 2002
9	Parcela 97	C3.1	5.10	2.00	Banano	0.96	0.02	Van Noordwijk et al., 2002
10	Parcela 97	C3.1	13.50	5.00	Banano	7.67	0.15	Van Noordwijk et al., 2002
11	Parcela 97	C3.1	12.90	5.00	Banano	6.96	0.14	Van Noordwijk et al., 2002
12	Parcela 97	C3.1	19.30	7.00	Gravilea	142.56	2.85	Castellanos et al., 2010
13	Parcela 97	C3.1	17.80	7.00	Gravilea	116.73	2.33	Castellanos et al., 2010
14	Parcela 97	C3.1	20.70	10.00	Gravilea	169.48	3.39	Castellanos et al., 2010
15	Parcela 97	C3.1	14.10	7.00	Gravilea	65.65	1.31	Castellanos et al., 2010
16	Parcela 97	C3.1	8.50	6.00	Pino	14.52	0.29	Jenkins et al., 2003
17	Parcela 97	C3.1	21.50	8.00	Gravilea	167.68	3.35	Castellanos et al., 2010
18	Parcela 97	C3.1	6.80	5.00	Naranja	11.60	0.23	Brown, 1997
19	Parcela 97	C3.1	7.20	5.00	Naranja	13.25	0.27	Brown, 1997
20	Parcela 97	C3.1	6.10	6.00	Naranja	9.02	0.18	Brown, 1997
	SUMA		15	6	Gravilea		32.89	
1	Parcela 97	C3.2	15.30	9.00	Aguacate	76.16	1.52	Brown, 1997
2	Parcela 97	C3.2	23.80	8.00	Nispero	212.26	4.25	Brown, 1997
3	Parcela 97	C3.2	15.10	7.00	Nispero	73.87	1.48	Brown, 1997
4	Parcela 97	C3.2	20.10	12.00	Nispero	143.43	2.87	Brown, 1997
5	Parcela 97	C3.2	18.30	13.00	Gravilea	125.00	2.50	Castellanos et al., 2010
6	Parcela 97	C3.2	42.10	12.00	Jocote	797.18	15.94	Brown, 1997
7	Parcela 97	C3.2	46.40	12.00	Jocote	998.94	19.98	Brown, 1997
8	Parcela 97	C3.2	10.40	7.00	Nispero	31.10	0.62	Brown, 1997
9	Parcela 97	C3.2	18.60	17.00	Gravilea	130.13	2.60	Castellanos et al., 2010
10	Parcela 97	C3.2	20.70	15.00	Gravilea	169.48	3.39	Castellanos et al., 2010
11	Parcela 97	C3.2	14.30	15.00	Aguacate	65.10	1.30	Brown, 1997
12	Parcela 97	C3.2	11.90	8.00	Gravilea	43.18	0.86	Castellanos et al., 2010
13	Parcela 97	C3.2	12.10	5.00	Banano	6.07	0.12	Van Noordwijk et al., 2002
14	Parcela 97	C3.2	7.80	5.00	Banano	2.38	0.05	Van Noordwijk et al., 2002
15	Parcela 97	C3.2	10.10	4.00	Banano	4.13	0.08	Van Noordwijk et al., 2002
16	Parcela 97	C3.2	8.90	5.00	Banano	3.16	0.06	Van Noordwijk et al., 2002
17	Parcela 97	C3.2	19.30	5.00	Nispero	130.53	2.61	Brown, 1997
18	Parcela 97	C3.2	8.30	5.00	Nispero	18.43	0.37	Brown, 1997
19	Parcela 97	C3.2	9.20	5.00	Nispero	23.40	0.47	Brown, 1997
20	Parcela 97	C3.2	21.70	15.00	Jocote	171.32	3.43	Brown, 1997
21	Parcela 97	C3.2	25.20	15.00	Jocote	242.36	4.85	Brown, 1997
22	Parcela 97	C3.2	27.80	15.00	Jocote	304.37	6.09	Brown, 1997
23	Parcela 97	C3.2	28.30	15.00	Jocote	317.22	6.34	Brown, 1997
	SUMA		19	10	Nispero		81.78	
1	Parcela 97	C3.3	5.40	5.00	Naranja	6.80	0.14	Brown, 1997
2	Parcela 97	C3.3	19.90	7.00	Gravilea	153.76	3.08	Castellanos et al., 2010
3	Parcela 97	C3.3	22.20	7.00	Gravilea	201.45	4.03	Castellanos et al., 2010
4	Parcela 97	C3.3	23.10	6.00	Gravilea	222.23	4.44	Castellanos et al., 2010
5	Parcela 97	C3.3	20.60	8.00	Gravilea	167.46	3.35	Castellanos et al., 2010
6	Parcela 97	C3.3	21.70	7.00	Gravilea	190.43	3.81	Castellanos et al., 2010
7	Parcela 97	C3.3	18.80	9.00	Gravilea	133.61	2.67	Castellanos et al., 2010
8	Parcela 97	C3.3	17.80	10.00	Mango	108.19	2.16	Brown, 1997
9	Parcela 97	C3.3	12.80	10.00	Mango	50.34	1.01	Brown, 1997
10	Parcela 97	C3.3	14.90	10.00	Mango	71.62	1.43	Brown, 1997
11	Parcela 97	C3.3	18.40	12.00	Aguacate	116.84	2.34	Brown, 1997
12	Parcela 97	C3.3	19.60	6.00	Gravilea	148.10	2.96	Castellanos et al., 2010
13	Parcela 97	C3.3	10.90	7.00	Gravilea	34.76	0.70	Castellanos et al., 2010
14	Parcela 97	C3.3	14.40	10.00	Naranja	66.16	1.32	Brown, 1997
15	Parcela 97	C3.3	19.50	7.00	Gravilea	146.24	2.92	Castellanos et al., 2010
16	Parcela 97	C3.3	22.70	7.00	Gravilea	212.84	4.26	Castellanos et al., 2010
	SUMA		18	8	Gravilea		40.62	

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL									
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS									
HIJOS DE LOS CAFETALES MUESTREADOS									
Sitio	Parce	Unidad (arbus)	Altura c	DAB toc	DAB ca	Altura toc	Biomasa (l)	Carbono	C (tonC/l)
Xesucut	C1.1	1a	2.51	8.30	4.60	0.10	2.417529	0.001209	
Xesucut	C1.1	1a 1	2.30		2.20		0.716901	0.000358	
Xesucut	C1.1	1a 2	2.60		3.30		1.398485	0.000699	
Xesucut	C1.1	1b	2.40		2.60		0.944111	0.000472	
Xesucut	C1.1	1c	2.45		2.60		0.944111	0.000472	
Xesucut	C1.1	2	1.90	0.00	3.70	0.00	1.688664	0.000844	
Xesucut	C1.1	3	2.40	0.00	3.40	0.00	1.469008	0.000735	
Xesucut	C1.1	4a	2.60	10.10	2.90	0.10	1.130261	0.000565	
Xesucut	C1.1	4b	2.70		3.30		1.398485	0.000699	
Xesucut	C1.1	5a	2.21	10.20	3.10	0.10	1.261568	0.000631	
Xesucut	C1.1	5b	2.30		1.70		0.468734	0.000234	
Xesucut	C1.1	5c	2.27		3.10		1.261568	0.000631	
Xesucut	C1.1	6	4.10	0.00	2.50	0.00	0.885018	0.000443	
Xesucut	C1.1	7	1.90	0.00	3.20	0.00	1.329333	0.000665	
Xesucut	C1.1	8	1.80	0.00	2.10	0.00	0.663994	0.000332	
							0.008989		3.595554
Xesucut	C1.2	1a	1.80	2.1	2.10	0.20	0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.2	1b	1.90		0.80		0.135344	0.000068	
Xesucut	C1.2	1c	1.80		2.00		0.612695	0.000306	
Xesucut	C1.2	1d	1.70		2.40		0.827437	0.000414	
Xesucut	C1.2	2a	1.90	10.3	2.50	0.20	0.885018	0.000443	
Xesucut	C1.2	2b	1.90		2.70		1.004695	0.000502	
Xesucut	C1.2	2c	1.60		0.70		0.108610	0.000054	
Xesucut	C1.2	2d	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.2	3a	2.50	7.20	1.60	0.20	0.424167	0.000212	
Xesucut	C1.2	3b	1.80		2.20		0.716901	0.000358	
Xesucut	C1.2	3c	1.80		2.50		0.885018	0.000443	
Xesucut	C1.2	4a	1.90	9.50	2.70	0.22	1.004695	0.000502	
Xesucut	C1.2	4b	1.70		2.60		0.944111	0.000472	
Xesucut	C1.2	4c	1.80		2.40		0.827437	0.000414	
Xesucut	C1.2	5a	1.90	8.10	1.90	0.20	0.563032	0.000282	
Xesucut	C1.2	5a 1	1.40		1.20		0.264020	0.000132	
Xesucut	C1.2	5b	1.70		1.60		0.424167	0.000212	
Xesucut	C1.2	5c	1.50		0.80		0.135344	0.000068	
Xesucut	C1.2	5d	1.50		0.80		0.135344	0.000068	
Xesucut	C1.2	6a	1.80	3.50	2.10	0.20	0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.2	6a 1	2.90		2.30		0.771390	0.000386	
Xesucut	C1.2	6b	0.90		1.10		0.228750	0.000114	
Xesucut	C1.2	7a	1.90	4.10	2.70	0.25	1.004695	0.000502	
Xesucut	C1.2	7a 1	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.2	7b	1.50		1.90		0.563032	0.000282	
Xesucut	C1.2	7b 1	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.2	8a	1.70	8.30	1.50	0.20	0.381369	0.000191	
Xesucut	C1.2	8a 1	1.50		0.90		0.164338	0.000082	
Xesucut	C1.2	8b	1.90		2.10		0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.2	8c	1.70		1.60		0.424167	0.000212	
Xesucut	C1.2	8d	1.60		0.90		0.164338	0.000082	
Xesucut	C1.2	9a	1.60	4.20	1.70	0.21	0.468734	0.000234	
Xesucut	C1.2	9a 1	1.70		1.90		0.563032	0.000282	
Xesucut	C1.2	9b	0.90		0.90		0.164338	0.000082	
Xesucut	C1.2	9b 1	0.90		1.20		0.264020	0.000132	
							0.009522		3.808840
Xesucut	C1.3	1a	1.90	8.30	2.10	0.70	0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.3	1b	1.30		0.40		0.043186	0.000022	
Xesucut	C1.3	1c	1.70		1.80		0.515034	0.000258	
Xesucut	C1.3	1d	1.50		1.30		0.301249	0.000151	
Xesucut	C1.3	1e	2.10		2.50		0.885018	0.000443	
Xesucut	C1.2	1f	1.60		0.80		0.135344	0.000068	
Xesucut	C1.3	2	0.40	0.00	0.50	0.00	0.062381	0.000031	
Xesucut	C1.3	3a	1.80	7.90	1.80	0.23	0.515034	0.000258	
Xesucut	C1.3	3b	1.50		1.50		0.381369	0.000191	
Xesucut	C1.3	3c	1.50		1.50		0.381369	0.000191	
Xesucut	C1.3	4	0.52	0.00	0.90	0.00	0.164338	0.000082	
Xesucut	C1.3	5a	1.50	4.30	0.90	0.60	0.164338	0.000082	
Xesucut	C1.3	5b	1.60		1.10		0.228750	0.000114	
Xesucut	C1.3	5c	1.80		1.30		0.301249	0.000151	
Xesucut	C1.3	5d	1.50		0.80	0.50	0.135344	0.000068	
Xesucut	C1.3	6a	1.90	3.20	1.70	0.50	0.468734	0.000234	
Xesucut	C1.3	6b	2.10		1.90		0.563032	0.000282	
Xesucut	C1.3	6b1	1.90		2.10		0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.3	7a	1.90	2.70	2.00	0.50	0.612695	0.000306	
Xesucut	C1.3	7b	1.60		0.90		0.164338	0.000082	
Xesucut	C1.3	7c	1.70		1.30		0.301249	0.000151	
Xesucut	C1.3	8	1.90	0.00	2.10	0.00	0.663994	0.000332	
Xesucut	C1.3	9	1.90	0.00	2.70	0.00	1.004695	0.000502	
							0.004660		1.864145

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL									
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS									
HIJOS DE LOS CAFETALES MUESTREADOS									
Sitio	Parce	Unidad (arbus)	Altura c	DAB toc	DAB c	Altura toc	Biomasa (l)	Carbono (l)	C (tonC/l)
Pats ivir	C2.1	1a	2.50	10.70	3.50	0.20	1.540887	0.000770	
Pats ivir	C2.1	1b	2.10		2.60		0.944111	0.000472	
Pats ivir	C2.1	2a	1.95	10.10	2.10	0.20	0.663994	0.000332	
Pats ivir	C2.1	2a 1	2.1		3.10		1.261568	0.000631	
Pats ivir	C2.1	2b	0.90		0.40		0.043186	0.000022	
Pats ivir	C2.1	2b 1	2.10		1.90		0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.1	2c	2.50		2.70		1.004695	0.000502	
Pats ivir	C2.1	2c 1	1.30		0.90		0.164338	0.000082	
Pats ivir	C2.1	3a	2.00	6.20	3.10	0.57	1.261568	0.000631	
Pats ivir	C2.1	3a 1	1.00		9.00		7.306988	0.003653	
Pats ivir	C2.1	3a 2	2.10		2.60		0.944111	0.000472	
Pats ivir	C2.1	4a	1.90	10.30	1.20	0.30	0.264020	0.000132	
Pats ivir	C2.1	4a 1	2.40		2.80		1.066751	0.000533	
Pats ivir	C2.1	4b	2.60		3.80		1.764534	0.000882	
Pats ivir	C2.1	4b 1	1.70		1.60		0.424167	0.000212	
Pats ivir	C2.1	4c	1.90		2.20		0.716901	0.000358	
Pats ivir	C2.1	4c 1	1.90		2.40		0.827437	0.000414	
Pats ivir	C2.1	5a	2.00	9.80	2.60	0.10	0.944111	0.000472	
Pats ivir	C2.1	5a 1	1.50		1.20		0.264020	0.000132	
Pats ivir	C2.1	5b 2	1.60		2.70		1.004695	0.000502	
Pats ivir	C2.1	5b	1.50		2.40		0.827437	0.000414	
Pats ivir	C2.1	5b 1	1.70		2.60		0.944111	0.000472	
Pats ivir	C2.1	6a	0.50	0.80	1.50	0.50	0.381369	0.000191	
Pats ivir	C2.1	6b	0.70		1.80		0.515034	0.000258	
Pats ivir	C2.1	7a	1.95	6.10	2.80	0.80	1.066751	0.000533	
Pats ivir	C2.1	7a 1	2.10		3.30		1.398485	0.000699	
Pats ivir	C2.1	7b	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Pats ivir	C2.1	7b 1	1.90		2.70		1.004695	0.000502	
Pats ivir	C2.1	7c	1.80		1.90		0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.1	7c 1	2.00		2.30		0.771390	0.000386	
Pats ivir	C2.1	8a	1.80	4.30	1.90	0.60	0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.1	8a 1	1.90		2.10		0.663994	0.000332	
Pats ivir	C2.1	8b	1.30		0.70		0.108610	0.000054	
Pats ivir	C2.1	8b 1	1.50		1.80		0.515034	0.000258	
Pats ivir	C2.1	8c	2.75	4.30	4.10	0.17	1.999929	0.001000	
Pats ivir	C2.1	8c 1	2.45		3.20		1.329333	0.000665	
Pats ivir	C2.1	8d	0.90		1.10		0.228750	0.000114	
Pats ivir	C2.1	8d 1	2.30		3.80		1.764534	0.000882	
Pats ivir	C2.1	9a	2.10	2.40	2.50	0.15	0.885018	0.000443	
Pats ivir	C2.1	9a 1	1.90		2.20		0.716901	0.000358	
Pats ivir	C2.1	10	0.70	0.00	0.40	0.00	0.043186	0.000022	
Pats ivir	C2.1	11a	1.80	2.20	1.40	0.80	0.340381	0.000170	
Pats ivir	C2.1	11a 1	2.10		1.90		0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.1	11b	1.95		1.70		0.468734	0.000234	
Pats ivir	C2.1	11b 1	2.50		2.30		0.771390	0.000386	
								0.021037	8.414654
Pats ivir	C2.2	1a	1.90	3.20	2.10	0.20	0.663994	0.000332	
Pats ivir	C2.2	1a 1	1.70		1.60		0.424167	0.000212	
Pats ivir	C2.2	1b	1.70		1.80		0.515034	0.000258	
Pats ivir	C2.2	2a	1.30	2.70	0.90	0.22	0.164338	0.000082	
Pats ivir	C2.2	2a 1	1.50		1.40		0.340381	0.000170	
Pats ivir	C2.2	3	1.90	0.00	1.90	0.00	0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.2	4a	1.90	8.30	2.70	0.25	1.004695	0.000502	
Pats ivir	C2.2	4a 1	1.50		2.10		0.663994	0.000332	
Pats ivir	C2.2	4b	2.00		3.20		1.329333	0.000665	
Pats ivir	C2.2	4b 1	1.90		3.10		1.261568	0.000631	
Pats ivir	C2.2	4c	1.70		1.80		0.515034	0.000258	
Pats ivir	C2.2	4c 1	1.80		1.80		0.515034	0.000258	
Pats ivir	C2.2	4c 2	1.50		1.30		0.301249	0.000151	
Pats ivir	C2.2	5a	1.30	8.50	0.90	0.20	0.164338	0.000082	
Pats ivir	C2.2	5b	2.10		3.50		1.540887	0.000770	
Pats ivir	C2.2	5b 1	1.90		2.70		1.004695	0.000502	
Pats ivir	C2.2	5c	2.20		4.10		1.999929	0.001000	
Pats ivir	C2.2	5c 1	2.10		3.50		1.540887	0.000770	
Pats ivir	C2.2	5d	1.90		1.90		0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.2	5e	1.40		2.20		0.716901	0.000358	
Pats ivir	C2.2	5e 1	1.90		2.70		1.004695	0.000502	
Pats ivir	C2.2	5e 2	1.70		2.50		0.885018	0.000443	
Pats ivir	C2.2	6a	2.10	7.20	3.70	0.20	1.688664	0.000844	
Pats ivir	C2.2	6a 1	2.90		2.10		0.663994	0.000332	
Pats ivir	C2.2	6b	2.10		2.90		1.130261	0.000565	
Pats ivir	C2.2	6b 1	2.00		2.80		1.066751	0.000533	
Pats ivir	C2.2	6c	1.50		1.10		0.228750	0.000114	
Pats ivir	C2.2	7a	1.30	2.30	0.60	0.22	0.084244	0.000042	
Pats ivir	C2.2	7b	1.20		0.30		0.026881	0.000013	
Pats ivir	C2.2	7c	1.60		1.70		0.468734	0.000234	
Pats ivir	C2.2	8a	1.80	7.90	1.80	0.25	0.515034	0.000258	
Pats ivir	C2.2	8a 1	1.80		1.90		0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.2	8a 2	1.90		2.30		0.771390	0.000386	
Pats ivir	C2.2	8b	1.60		1.90		0.563032	0.000282	
Pats ivir	C2.2	8c	1.90		2.40		0.827437	0.000414	
Pats ivir	C2.2	8c 1	2.10		3.10		1.261568	0.000631	
Pats ivir	C2.2	8d	1.50		1.70		0.468734	0.000234	
Pats ivir	C2.2	9a	1.90	8.20	2.50	0.20	0.885018	0.000443	
Pats ivir	C2.2	9b	1.80		2.10		0.663994	0.000332	
Pats ivir	C2.2	9b 1	1.50		1.60		0.424167	0.000212	
Pats ivir	C2.2	9c	2.10		3.40		1.469008	0.000735	
Pats ivir	C2.2	9c 1	2.00		2.90		1.130261	0.000565	
Pats ivir	C2.2	9c 2	2.05		2.70		1.004695	0.000502	
Pats ivir	C2.2	9d	1.90		1.90		0.563032	0.000282	
								0.017075	6.830183

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL									
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS									
HIJOS DE LOS CAFETALES MUESTREADOS									
Sitio	Parce	Unidad (arbus	Altura c	DAB toc	DAB c	Altura toc	Biomasa (l	Carbono l	C (tonC/l
Patsivir	C2.3	1a	0.55	1.90	0.90	0.05	0.164338	0.000082	
Patsivir	C2.3	1a 1	0.85		1.10		0.228750	0.000114	
Patsivir	C2.3	2a	0.97	1.50	1.30	0.05	0.301249	0.000151	
Patsivir	C2.3	2a 1	0.80		1.10		0.228750	0.000114	
Patsivir	C2.3	3a	2.10	7.90	3.70	0.05	1.688664	0.000844	
Patsivir	C2.3	3a 1	2.00		3.10		1.261568	0.000631	
Patsivir	C2.3	3b	1.90		2.90		1.130261	0.000565	
Patsivir	C2.3	3b 1	1.90		3.10		1.261568	0.000631	
Patsivir	C2.3	3b 2	1.30		1.40		0.340381	0.000170	
Patsivir	C2.3	3c	1.60		2.80		1.066751	0.000533	
Patsivir	C2.3	3c 1	2.00		3.10		1.261568	0.000631	
Patsivir	C2.3	4a	1.62	8.30	1.70	0.04	0.468734	0.000234	
Patsivir	C2.3	4b	1.90		2.80		1.066751	0.000533	
Patsivir	C2.3	4b 1	2.00		3.10		1.261568	0.000631	
Patsivir	C2.3	4b 2	1.95		2.40		0.827437	0.000414	
Patsivir	C2.3	4c	2.15		3.70		1.688664	0.000844	
Patsivir	C2.3	4c 1	2.05		2.50		0.885018	0.000443	
Patsivir	C2.3	4d	2.00		3.20		1.329333	0.000665	
Patsivir	C2.3	4d 1	1.90		2.90		1.130261	0.000565	
Patsivir	C2.3	5a	1.90	4.10	2.70	0.05	1.004695	0.000502	
Patsivir	C2.3	5a 1	1.90		2.40		0.827437	0.000414	
Patsivir	C2.3	5b	1.20		1.60		0.424167	0.000212	
Patsivir	C2.3	6a	2.20	7.30	3.10	0.07	1.261568	0.000631	
Patsivir	C2.3	6a 1	2.10		2.90		1.130261	0.000565	
Patsivir	C2.3	6b	1.90		1.70		0.468734	0.000234	
Patsivir	C2.3	6b 1	2.00		2.40		0.827437	0.000414	
Patsivir	C2.3	6c	2.05		2.80		1.066751	0.000533	
Patsivir	C2.3	6c 1	2.20		3.40		1.469008	0.000735	
Patsivir	C2.3	7a	1.80	2.10	1.90	0.04	0.563032	0.000282	
Patsivir	C2.3	7a 1	1.80		2.10		0.663994	0.000332	
Patsivir	C2.3	7b	0.98		1.30		0.301249	0.000151	
Patsivir	C2.3	8a	1.90	5.10	2.10	0.05	0.663994	0.000332	
Patsivir	C2.3	8a 1	1.90		2.70		1.004695	0.000502	
Patsivir	C2.3	8a 2	1.60		1.30		0.301249	0.000151	
Patsivir	C2.3	8b	0.70		0.90		0.164338	0.000082	
Patsivir	C2.3	8b 1	1.20		1.70		0.468734	0.000234	
Patsivir	C2.3	9a	1.30	4.50	1.60	0.05	0.424167	0.000212	
Patsivir	C2.3	9a 1	1.05		1.20		0.264020	0.000132	
Patsivir	C2.3	9b	0.45		0.80		0.135344	0.000068	
Patsivir	C2.3	9b 1	1.00		1.50		0.381369	0.000191	
Patsivir	C2.3	10a	0.50	2.90	0.80	0.05	0.135344	0.000068	
Patsivir	C2.3	10b	1.30		1.70		0.468734	0.000234	
Patsivir	C2.3	11	0.30	0.00	0.70	0.00	0.108610	0.000054	
								0.016060	6.424109
Parcela 97	C3.1	1a	0.50	3.30	1.20	0.22	0.264020	0.000132	
Parcela 97	C3.1	1b	0.50		1.60		0.424167	0.000212	
Parcela 97	C3.1	1c	0.40		0.50		0.062381	0.000031	
Parcela 97	C3.1	2a	0.20	4.40	1.30	0.20	0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.1	2a 1	0.90		0.60		0.084244	0.000042	
Parcela 97	C3.1	2a 2	0.70		0.30		0.026881	0.000013	
Parcela 97	C3.1	2a 3	0.50		0.20		0.013780	0.000007	
Parcela 97	C3.1	2b	0.37		0.60		0.084244	0.000042	
Parcela 97	C3.1	2b 1	0.61		0.60		0.084244	0.000042	
Parcela 97	C3.1	2c	0.41		0.40		0.043186	0.000022	
Parcela 97	C3.1	2c 1	0.38		0.20		0.013780	0.000007	
Parcela 97	C3.1	2d	0.70		0.90		0.164338	0.000082	
Parcela 97	C3.1	2d 1	0.28		0.50		0.062381	0.000031	
Parcela 97	C3.1	2d 2	1.10		1.50		0.381369	0.000191	
Parcela 97	C3.1	3	0.20	0.00	0.70	0.00	0.108610	0.000054	
Parcela 97	C3.1	4	0.60	0.00	1.40	0.00	0.340381	0.000170	
Parcela 97	C3.1	5a	0.28	2.60	0.40	0.25	0.043186	0.000022	
Parcela 97	C3.1	5a 1	1.65		1.20		0.264020	0.000132	
Parcela 97	C3.1	5b	1.30	1.20	1.30	0.05	0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.1	6	0.48	0.00	0.90	0.00	0.164338	0.000082	
Parcela 97	C3.1	7	1.40	0.00	1.30	0.00	0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.1	8	1.34	0.00	2.10	0.00	0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.1	9	1.41	0.00	2.30	0.00	0.771390	0.000386	
Parcela 97	C3.1	10a	1.39	4.20	1.90	0.06	0.563032	0.000282	
Parcela 97	C3.1	10a 1	1.43		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.1	11a	1.40	3.30	1.40	0.05	0.340381	0.000170	
Parcela 97	C3.1	11a 1	1.29		1.20		0.264020	0.000132	
Parcela 97	C3.1	11a 2	1.76		2.70		1.004695	0.000502	
Parcela 97	C3.1	11b	1.33		1.90		0.563032	0.000282	
Parcela 97	C3.1	12	1.55	0.00	3.10	0.00	1.261568	0.000631	
Parcela 97	C3.1	13a	1.77	5.30	2.60	0.27	0.944111	0.000472	
Parcela 97	C3.1	13b	1.96		1.50		0.381369	0.000191	
Parcela 97	C3.1	13b 1	1.47		0.80		0.135344	0.000068	
Parcela 97	C3.1	13c	1.59		1.40		0.340381	0.000170	
Parcela 97	C3.1	13c 1	1.78		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.1	13c 2	0.61		0.30		0.026881	0.000013	
Parcela 97	C3.1	13d	1.94		1.70		0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.1	13d 1	1.98		2.10		0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.1	14a	1.70	2.40	2.50	0.18	0.885018	0.000443	
Parcela 97	C3.1	14a 1	1.64		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.1	14b	2.05	1.05	2.60	0.28	0.944111	0.000472	
Parcela 97	C3.1	14b 1	1.80		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.1	14b 2	1.96		1.80		0.515034	0.000258	
								0.007738	3.095076

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL									
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA CADA UNO DE LOS									
HIJOS DE LOS CAFETALES MUESTREADOS									
Sitio	Parce	Unidad (arbus	Altura c	DAB toc	DAB ca	Altura toc	Biomasa (l	Carbono l	C (tonC/l
Parcela 97	C3.2	1a	1.90	4.70	2.30	0.10	0.771390	0.000386	
Parcela 97	C3.2	1b	1.40		1.90		0.563032	0.000282	
Parcela 97	C3.2	1b 1	1.80		2.70		1.004695	0.000502	
Parcela 97	C3.2	2a	2.10	4.30	3.70	0.08	1.688664	0.000844	
Parcela 97	C3.2	2b	2.00		3.10		1.261568	0.000631	
Parcela 97	C3.2	2b 1	1.60		1.70		0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.2	2b 2	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.2	3a	1.30	3.80	1.60	0.04	0.424167	0.000212	
Parcela 97	C3.2	3b	1.90		2.50		0.885018	0.000443	
Parcela 97	C3.2	4a	1.20	3.60	0.90	0.01	0.164338	0.000082	
Parcela 97	C3.2	4b	1.90		2.70		1.004695	0.000502	
Parcela 97	C3.2	5a	1.70	7.10	2.30	0.10	0.771390	0.000386	
Parcela 97	C3.2	5a 1	1.60		1.90		0.563032	0.000282	
Parcela 97	C3.2	5b	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.2	5b 1	1.60		1.80		0.515034	0.000258	
Parcela 97	C3.2	6a	0.90	10.10	0.20	0.20	0.013780	0.000007	
Parcela 97	C3.2	6a 1	1.10		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.2	6b	1.90		2.10		0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.2	6b 1	2.00		2.60		0.944111	0.000472	
Parcela 97	C3.2	6c	1.90		2.30		0.771390	0.000386	
Parcela 97	C3.2	6c 1	1.90		2.60		0.944111	0.000472	
Parcela 97	C3.2	6c 2	1.70		1.90		0.563032	0.000282	
Parcela 97	C3.2	7	1.70	0.00	1.70	0.00	0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.2	8a	1.20	3.20	1.60	0.10	0.424167	0.000212	
Parcela 97	C3.2	8b	0.90		0.80		0.135344	0.000068	
Parcela 97	C3.2	8c	1.30		1.20		0.264020	0.000132	
Parcela 97	C3.2	9a	0.80	2.90	0.60	0.07	0.084244	0.000042	
Parcela 97	C3.2	9a 1	1.20		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.2	9b	1.50		1.70		0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.2	10a	1.50	7.90	1.40	0.10	0.340381	0.000170	
Parcela 97	C3.2	10b	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.2	10b 1	1.90		2.00		0.612695	0.000306	
Parcela 97	C3.2	10b 2	1.60		1.70		0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.2	10c	1.40		1.60		0.424167	0.000212	
Parcela 97	C3.2	10c 1	1.70		1.90		0.563032	0.000282	
Parcela 97	C3.2	11a	1.80	5.20	2.00	0.10	0.612695	0.000306	
Parcela 97	C3.2	11a 1	1.20		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.2	11b	1.50		1.70		0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.2	11b 1	1.00		1.20		0.264020	0.000132	
							0.011241		4.496321
Parcela 97	C3.3	1a	1.50	5.10	1.70	0.05	0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.3	1b	2.10		3.10		1.261568	0.000631	
Parcela 97	C3.3	2	1.80	0.00	2.30	0.00	0.771390	0.000386	
Parcela 97	C3.3	3	1.80	0.00	2.10	0.08	0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.3	4a	1.90	4.90	2.90	0.03	1.130261	0.000565	
Parcela 97	C3.3	4b	1.70		2.60		0.944111	0.000472	
Parcela 97	C3.3	5a	1.80	4.30	2.70	0.10	1.004695	0.000502	
Parcela 97	C3.3	5b	2.00		3.10		1.261568	0.000631	
Parcela 97	C3.3	5b 1	0.90		1.10		0.228750	0.000114	
Parcela 97	C3.3	6a	1.70	3.40	1.90	0.22	0.563032	0.000282	
Parcela 97	C3.3	6b	1.95		2.80		1.066751	0.000533	
Parcela 97	C3.3	6b 1	1.81		2.10		0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.3	7a	1.60	3.10	1.70	0.05	0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.3	7a 1	2.80		2.60		0.944111	0.000472	
Parcela 97	C3.3	7b	0.70		0.40		0.043186	0.000022	
Parcela 97	C3.3	8a	1.80	6.20	1.80	0.10	0.515034	0.000258	
Parcela 97	C3.3	8a 1	0.90		1.20		0.264020	0.000132	
Parcela 97	C3.3	8b	0.30		0.10		0.004397	0.000002	
Parcela 97	C3.3	8b 1	0.30		0.10		0.004397	0.000002	
Parcela 97	C3.3	8c	1.70		2.10		0.663994	0.000332	
Parcela 97	C3.3	8c 1	1.90		2.60		0.944111	0.000472	
Parcela 97	C3.3	8c 2	1.60		1.40		0.340381	0.000170	
Parcela 97	C3.3	9a	1.70	2.70	2.40	0.10	0.827437	0.000414	
Parcela 97	C3.3	9a 1	1.50		1.30		0.301249	0.000151	
Parcela 97	C3.3	9b	1.60		1.20		0.264020	0.000132	
Parcela 97	C3.3	10a	1.10	4.30	1.00	0.05	0.195500	0.000098	
Parcela 97	C3.3	10b	1.80		1.60		0.424167	0.000212	
Parcela 97	C3.3	10c	1.50		1.20		0.264020	0.000132	
Parcela 97	C3.3	11a	1.90	4.70	2.50	0.05	0.885018	0.000443	
Parcela 97	C3.3	11a 1	1.90		1.70		0.468734	0.000234	
Parcela 97	C3.3	11b	1.90		2.30		0.771390	0.000386	
Parcela 97	C3.3	11b 1	1.70		1.80		0.515034	0.000258	
							0.009569		3.827557

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL							
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA							
CADA UNO DE LOS TOCONES MUESTREADOS							
Sitio	Parcela	Unidad (arbusito)	DAB tocón	Altura tocón	dap2*H	Biomasa (Kg)	C Ton/ha
Xesucut	C1.1	1a	8.30	0.10	6.89	0.319995	0.063999
Xesucut	C1.1	1a 1					
Xesucut	C1.1	1a 2					
Xesucut	C1.1	1b					
Xesucut	C1.1	1c					
Xesucut	C1.1	2	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.00
Xesucut	C1.1	3	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.00
Xesucut	C1.1	4a	10.10	0.10	10.20	0.396098	0.079220
Xesucut	C1.1	4b					
Xesucut	C1.1	5a	10.20	0.10	10.40	0.400363	0.080073
Xesucut	C1.1	5b					
Xesucut	C1.1	5c					
Xesucut	C1.1	6	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.00
Xesucut	C1.1	7	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.00
Xesucut	C1.1	8	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.00
							0.223291
Xesucut	C1.2	1a	2.10	0.20	0.88	0.104705	0.02094
Xesucut	C1.2	1b					
Xesucut	C1.2	1c					
Xesucut	C1.2	1d					
Xesucut	C1.2	2a	10.30	0.20	21.22	0.589752	0.11795
Xesucut	C1.2	2b					
Xesucut	C1.2	2c					
Xesucut	C1.2	2d					
Xesucut	C1.2	3a	7.20	0.20	10.37	0.399610	0.07992
Xesucut	C1.2	3b					
Xesucut	C1.2	3c					
Xesucut	C1.2	4a	9.50	0.22	19.86	0.568850	0.11377
Xesucut	C1.2	4b					
Xesucut	C1.2	4c					
Xesucut	C1.2	5a	8.10	0.20	13.12	0.454191	0.09084
Xesucut	C1.2	5a 1					
Xesucut	C1.2	5b					
Xesucut	C1.2	5c					
Xesucut	C1.2	5d					
Xesucut	C1.2	6a	3.50	0.20	2.45	0.182439	0.03649
Xesucut	C1.2	6a 1					
Xesucut	C1.2	6b					
Xesucut	C1.2	7a	4.10	0.25	4.20	0.244614	0.04892
Xesucut	C1.2	7a 1					
Xesucut	C1.2	7b					
Xesucut	C1.2	7b 1					
Xesucut	C1.2	8a	8.30	0.20	13.78	0.466394	0.09328
Xesucut	C1.2	8a 1					
Xesucut	C1.2	8b					
Xesucut	C1.2	8c					
Xesucut	C1.2	8d					
Xesucut	C1.2	9a	4.20	0.21	3.70	0.228404	0.04568
Xesucut	C1.2	9a 1					
Xesucut	C1.2	9b					
Xesucut	C1.2	9b 1					
							0.64779
Xesucut	C1.3	1a	8.30	0.70	48.22	0.921413	0.184283
Xesucut	C1.3	1b					
Xesucut	C1.3	1c					
Xesucut	C1.3	1d					
Xesucut	C1.3	1e					
Xesucut	C1.3	1f					
Xesucut	C1.3	2	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Xesucut	C1.3	3a	7.90	0.23	14.35	0.476898	0.095380
Xesucut	C1.3	3b					
Xesucut	C1.3	3c					
Xesucut	C1.3	4	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Xesucut	C1.3	5a	4.30	0.60	11.09	0.414583	0.082917
Xesucut	C1.3	5b					
Xesucut	C1.3	5c					
Xesucut	C1.3	5d	0.00	0.50			
Xesucut	C1.3	6a	3.20	0.50	5.12	0.272329	0.054466
Xesucut	C1.3	6b					
Xesucut	C1.3	6b 1					
Xesucut	C1.3	7a	2.70	0.50	3.65	0.226406	0.045281
Xesucut	C1.3	7b					
Xesucut	C1.3	7c					
Xesucut	C1.3	8	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Xesucut	C1.3	9	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
							0.462326

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL							
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA							
CADA UNO DE LOS TOCONES MUESTREADOS							
Sitio	Parcela	Unidad (arbus to)	DAB tocón	Altura tocón	dap2*H	Biomasa (Kg)	C Ton/ha
Pats ivir	C2.1	1a	10.70	0.20	22.90	0.614689	0.122938
Pats ivir	C2.1	1b					
Pats ivir	C2.1	2a	10.10	0.20	20.40	0.577315	0.115463
Pats ivir	C2.1	2a 1					
Pats ivir	C2.1	2b					
Pats ivir	C2.1	2b 1					
Pats ivir	C2.1	2c					
Pats ivir	C2.1	2c 1					
Pats ivir	C2.1	3a	6.20	0.57	21.91	0.600141	0.120028
Pats ivir	C2.1	3a 1					
Pats ivir	C2.1	3a 2					
Pats ivir	C2.1	4a	10.30	0.30	31.83	0.735149	0.147030
Pats ivir	C2.1	4a 1					
Pats ivir	C2.1	4b					
Pats ivir	C2.1	4b 1					
Pats ivir	C2.1	4c					
Pats ivir	C2.1	4c 1					
Pats ivir	C2.1	5a	9.80	0.10	9.60	0.383326	0.076665
Pats ivir	C2.1	5a 1					
Pats ivir	C2.1	5b 2					
Pats ivir	C2.1	5b					
Pats ivir	C2.1	5b 1					
Pats ivir	C2.1	6a	0.80	0.50	0.32	0.060347	0.012069
Pats ivir	C2.1	6b					
Pats ivir	C2.1	7a	6.10	0.80	29.77	0.708906	0.141781
Pats ivir	C2.1	7a 1					
Pats ivir	C2.1	7b					
Pats ivir	C2.1	7b 1					
Pats ivir	C2.1	7c					
Pats ivir	C2.1	7c 1					
Pats ivir	C2.1	8a	4.30	0.60	11.09	0.414583	0.082917
Pats ivir	C2.1	8a 1					
Pats ivir	C2.1	8b					
Pats ivir	C2.1	8b 1					
Pats ivir	C2.1	8c	4.30	0.17	3.14	0.208898	0.041780
Pats ivir	C2.1	8c 1					
Pats ivir	C2.1	8d					
Pats ivir	C2.1	8d 1					
Pats ivir	C2.1	9a	2.40	0.15	0.86	0.103538	0.020708
Pats ivir	C2.1	9a 1					
Pats ivir	C2.1	10			0.00	0.000000	0.000000
Pats ivir	C2.1	11a	2.20	0.80	3.87	0.233964	0.046793
Pats ivir	C2.1	11a 1					
Pats ivir	C2.1	11b					
Pats ivir	C2.1	11b 1					
							0.928171
Pats ivir	C2.2	1a	3.20	0.20	2.05	0.165506	0.033101
Pats ivir	C2.2	1a 1					
Pats ivir	C2.2	1b					
Pats ivir	C2.2	2a	2.70	0.22	1.60	0.144912	0.028982
Pats ivir	C2.2	2a 1					
Pats ivir	C2.2	3			0.00	0.000000	0.000000
Pats ivir	C2.2	4a	8.30	0.25	17.22	0.526531	0.105306
Pats ivir	C2.2	4a 1					
Pats ivir	C2.2	4b					
Pats ivir	C2.2	4b 1					
Pats ivir	C2.2	4c					
Pats ivir	C2.2	4c 1					
Pats ivir	C2.2	4c 2					
Pats ivir	C2.2	5a	8.50	0.20	14.45	0.478623	0.095725
Pats ivir	C2.2	5b					
Pats ivir	C2.2	5b 1					
Pats ivir	C2.2	5c					
Pats ivir	C2.2	5c 1					
Pats ivir	C2.2	5d					
Pats ivir	C2.2	5e					
Pats ivir	C2.2	5e 1					
Pats ivir	C2.2	5e 2					
Pats ivir	C2.2	6a	7.20	0.20	10.37	0.399610	0.079922
Pats ivir	C2.2	6a 1					
Pats ivir	C2.2	6b					
Pats ivir	C2.2	6b 1					
Pats ivir	C2.2	6c					
Pats ivir	C2.2	7a	2.30	0.22	1.16	0.121734	0.024347
Pats ivir	C2.2	7b					
Pats ivir	C2.2	7c					
Pats ivir	C2.2	8a	7.90	0.25	15.60	0.499007	0.099801
Pats ivir	C2.2	8a 1					
Pats ivir	C2.2	8a 2					
Pats ivir	C2.2	8b					
Pats ivir	C2.2	8c					
Pats ivir	C2.2	8c 1					
Pats ivir	C2.2	8d					
Pats ivir	C2.2	9a	8.20	0.20	13.45	0.460290	0.092058
Pats ivir	C2.2	9b					
Pats ivir	C2.2	9b 1					
Pats ivir	C2.2	9c					
Pats ivir	C2.2	9c 1					
Pats ivir	C2.2	9c 2					
Pats ivir	C2.2	9d					
							0.559242

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL							
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA							
CADA UNO DE LOS TOCONES MUESTREADOS							
Sitio	Parcela	Unidad (arbusto)	DAB tocón	Altura tocón	dap2*H	Biomasa (Kg)	C Ton/ha
Patsivir	C2.3	1a	1.90	0.05	0.18	0.044208	0.008842
Patsivir	C2.3	1a 1					
Patsivir	C2.3	2a	1.50	0.05	0.11	0.034191	0.006838
Patsivir	C2.3	2a 1					
Patsivir	C2.3	3a	7.90	0.05	3.12	0.208073	0.041615
Patsivir	C2.3	3a 1					
Patsivir	C2.3	3b					
Patsivir	C2.3	3b 1					
Patsivir	C2.3	3b 2					
Patsivir	C2.3	3c					
Patsivir	C2.3	3c 1					
Patsivir	C2.3	4a	8.30	0.04	2.76	0.194475	0.038895
Patsivir	C2.3	4b					
Patsivir	C2.3	4b 1					
Patsivir	C2.3	4b 2					
Patsivir	C2.3	4c					
Patsivir	C2.3	4c 1					
Patsivir	C2.3	4d					
Patsivir	C2.3	4d 1					
Patsivir	C2.3	5a	4.10	0.05	0.84	0.101998	0.020400
Patsivir	C2.3	5a 1					
Patsivir	C2.3	5b					
Patsivir	C2.3	6a	7.30	0.07	3.73	0.229271	0.045854
Patsivir	C2.3	6a 1					
Patsivir	C2.3	6b					
Patsivir	C2.3	6b 1					
Patsivir	C2.3	6c					
Patsivir	C2.3	6c 1					
Patsivir	C2.3	7a	2.10	0.04	0.18	0.043659	0.008732
Patsivir	C2.3	7a 1					
Patsivir	C2.3	7b					
Patsivir	C2.3	8a	5.10	0.05	1.30	0.129308	0.025862
Patsivir	C2.3	8a 1					
Patsivir	C2.3	8a 2					
Patsivir	C2.3	8b					
Patsivir	C2.3	8b 1					
Patsivir	C2.3	9a	4.50	0.05	1.01	0.112859	0.022572
Patsivir	C2.3	9a 1					
Patsivir	C2.3	9b					
Patsivir	C2.3	9b 1					
Patsivir	C2.3	10a	2.90	0.05	0.42	0.070004	0.014001
Patsivir	C2.3	10b					
Patsivir	C2.3	11	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
							0.233609
Parcela 97	C3.1	1a	3.30	0.22	2.40	0.180234	0.036047
Parcela 97	C3.1	1b					
Parcela 97	C3.1	1c					
Parcela 97	C3.1	2a	4.40	0.20	3.87	0.233964	0.046793
Parcela 97	C3.1	2a 1					
Parcela 97	C3.1	2a 2					
Parcela 97	C3.1	2a 3					
Parcela 97	C3.1	2b					
Parcela 97	C3.1	2b 1					
Parcela 97	C3.1	2c					
Parcela 97	C3.1	2c 1					
Parcela 97	C3.1	2d					
Parcela 97	C3.1	2d 1					
Parcela 97	C3.1	2d 2					
Parcela 97	C3.1	3	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.1	4	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.1	5a	2.60	0.25	1.69	0.149095	0.029819
Parcela 97	C3.1	5a 1					
Parcela 97	C3.1	5b	1.20	0.05	0.07	0.026827	0.005365
Parcela 97	C3.1	6	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.1	7	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.1	8	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.1	9	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.1	10a	4.20	0.06	1.06	0.115612	0.023122
Parcela 97	C3.1	10a 1					
Parcela 97	C3.1	11a	3.30	0.05	0.54	0.080560	0.016112
Parcela 97	C3.1	11a 1					
Parcela 97	C3.1	11a 2					
Parcela 97	C3.1	11b					
Parcela 97	C3.1	12	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.1	13a	5.30	0.27	7.58	0.337163	0.067433
Parcela 97	C3.1	13b					
Parcela 97	C3.1	13b 1					
Parcela 97	C3.1	13c					
Parcela 97	C3.1	13c 1					
Parcela 97	C3.1	13c 2					
Parcela 97	C3.1	13d					
Parcela 97	C3.1	13d 1					
Parcela 97	C3.1	14a	2.40	0.18	1.04	0.114324	0.022865
Parcela 97	C3.1	14a 1					
Parcela 97	C3.1	14b	1.05	0.28	0.31	0.059179	0.011836
Parcela 97	C3.1	14b 1					
Parcela 97	C3.1	14b 2					
							0.259391

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL								
VARIABLES ALOMÉTRICAS Y KILOGRAMOS DE BIOMASA PARA								
CADA UNO DE LOS TOCONES MUESTREADOS								
Sitio	Parcela	Unidad (arbus to)	DAB	tocón	Altura tocón	dap2*H	Biomasa (Kg)	C Ton/ha
Parcela 97	C3.2	1a	4.70		0.10	2.21	0.172455	0.03449
Parcela 97	C3.2	1b						
Parcela 97	C3.2	1b 1						
Parcela 97	C3.2	2a	4.30		0.08	1.48	0.138680	0.02774
Parcela 97	C3.2	2b						
Parcela 97	C3.2	2b 1						
Parcela 97	C3.2	2b 2						
Parcela 97	C3.2	3a	3.80		0.04	0.58	0.083186	0.01664
Parcela 97	C3.2	3b						
Parcela 97	C3.2	4a	3.60		0.01	0.13	0.036924	0.00738
Parcela 97	C3.2	4b						
Parcela 97	C3.2	5a	7.10		0.10	5.04	0.270037	0.05401
Parcela 97	C3.2	5a 1						
Parcela 97	C3.2	5b						
Parcela 97	C3.2	5b 1						
Parcela 97	C3.2	6a	10.10		0.20	20.40	0.577315	0.11546
Parcela 97	C3.2	6a 1						
Parcela 97	C3.2	6b						
Parcela 97	C3.2	6b 1						
Parcela 97	C3.2	6c						
Parcela 97	C3.2	6c 1						
Parcela 97	C3.2	6c 2						
Parcela 97	C3.2	7	0.00		0.00	0.00	0.000000	0.00000
Parcela 97	C3.2	8a	3.20		0.10	1.02	0.113554	0.02271
Parcela 97	C3.2	8b						
Parcela 97	C3.2	8c						
Parcela 97	C3.2	9a	2.90		0.07	0.59	0.084051	0.01681
Parcela 97	C3.2	9a 1						
Parcela 97	C3.2	9b						
Parcela 97	C3.2	10a	7.90		0.10	6.24	0.303268	0.06065
Parcela 97	C3.2	10b						
Parcela 97	C3.2	10b 1						
Parcela 97	C3.2	10b 2						
Parcela 97	C3.2	10c						
Parcela 97	C3.2	10c 1						
Parcela 97	C3.2	11a	5.20		0.10	2.70	0.192487	0.03850
Parcela 97	C3.2	11a 1						
Parcela 97	C3.2	11b						
Parcela 97	C3.2	11b 1						
								0.394391
Parcela 97	C3.3	1a	5.10		0.05	1.30	0.129308	0.025862
Parcela 97	C3.3	1b						
Parcela 97	C3.3	2	0.00		0.00	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.3	3	0.00		0.08	0.00	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.3	4a	4.90		0.03	0.72	0.093792	0.018758
Parcela 97	C3.3	4b						
Parcela 97	C3.3	5a	4.30		0.10	1.85	0.156562	0.031312
Parcela 97	C3.3	5b						
Parcela 97	C3.3	5b 1						
Parcela 97	C3.3	6a	3.40		0.22	2.54	0.186179	0.037236
Parcela 97	C3.3	6b						
Parcela 97	C3.3	6b 1						
Parcela 97	C3.3	7a	3.10		0.05	0.48	0.075267	0.015053
Parcela 97	C3.3	7a 1						
Parcela 97	C3.3	7b						
Parcela 97	C3.3	8a	6.20		0.10	3.84	0.233043	0.046609
Parcela 97	C3.3	8a 1						
Parcela 97	C3.3	8b						
Parcela 97	C3.3	8b 1						
Parcela 97	C3.3	8c						
Parcela 97	C3.3	8c 1						
Parcela 97	C3.3	8c 2						
Parcela 97	C3.3	9a	2.70		0.10	0.73	0.094406	0.018881
Parcela 97	C3.3	9a 1						
Parcela 97	C3.3	9b						
Parcela 97	C3.3	10a	4.30		0.05	0.92	0.107418	0.021484
Parcela 97	C3.3	10b						
Parcela 97	C3.3	10c						
Parcela 97	C3.3	11a	4.70		0.05	1.10	0.118322	0.023664
Parcela 97	C3.3	11a 1						
Parcela 97	C3.3	11b						
Parcela 97	C3.3	11b 1						
								0.238859

Variable alométrica y kilogramos de biomasa y carbono para maleza muestreada

Sitio	Parcela	Peso total maleza campo(kg)	Peso húmedo maleza muestra (g)	Peso seco maleza muestra (g)	Materia seca (g/g)	Biomasa total (Kg)	Carbono (Kg)	Carbono (Ton/ha)
Xesucut	C1.1	0.1	23	15.95	0.69	0.069348	0.034674	0.346739
Xesucut	C1.2	0.009	9	3.27	0.36	0.003270	0.001635	0.016350
Xesucut	C1.3	0.014	14	4.11	0.29	0.004110	0.002055	0.020550
Patsivir	C2.1	0.014	14	3.67	0.26	0.003670	0.001835	0.018350
Patsivir	C2.2	0.3	13	6.86	0.53	0.158308	0.079154	0.791538
Patsivir	C2.3	0.1	17	10.96	0.64	0.064471	0.032235	0.322353
Parcela 97	C3.1	0.0	0.0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.2	0.0	0.0	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
Parcela 97	C3.3	0.01	10	4.34	0.43	0.004340	0.002170	0.021700
Observación:								
Peso bolsa ziploc pequeña = 2 gr								
Peso costal 100 gr								

Variable alométrica y kilogramos de biomasa y carbono para hojarasca muestreada

Sitio	Parcela	Peso total hojarasca campo (kg)	Peso húmedo hojarasca muestra (g)	Peso seco hojarasca muestra (g)	Materia seca (g/g)	Biomasa (Kg)	Carbono (Kg)	Carbono (Ton/ha)
Xesucut	C1.1	0.2	35	27.54	0.79	0.157371	0.078686	0.786857
Xesucut	C1.2	1.9	37	21.27	0.57	1.092243	0.546122	5.461216
Xesucut	C1.3	1.4	27	23.86	0.88	1.237185	0.618593	6.185926
Patsivir	C2.1	1.9	26	22.52	0.87	1.645692	0.822846	8.228462
Patsivir	C2.2	0.1	15	11.53	0.77	0.076867	0.038433	0.384333
Patsivir	C2.3	1.5	27	21.39	0.79	1.188333	0.594167	5.941667
Parcela 97	C3.1	0.6	34	27.56	0.81	0.486353	0.243176	2.431765
Parcela 97	C3.2	0.4	34	22.40	0.66	0.263529	0.131765	1.317647
Parcela 97	C3.3	0.6	29	24.90	0.86	0.515172	0.257586	2.575862
Observación:								
Peso bolsa ziploc pequeña = 2 gr								
Peso costal 100 gr								

Porcentaje de carbono y densidad aparente del suelo muestreado

Sitio	Parcela	% carbono no corregido	Densidad aparente (gr/cc)	TOTAL carbono (ton/ha)
Xesucut	C1.1	4.29	1.03	44.17
Xesucut	C1.2	5.25	0.91	47.78
Xesucut	C1.3	5.27	0.80	42.18
Xesucut Mixta	Mixta 1	4.98	0.92	45.81
Patsivir	C2.1	7.21	0.85	61.29
Patsivir	C2.2	4.32	0.85	36.72
Patsivir	C2.3	3.24	0.87	28.15
Patsivir Mixta	Mixta 2	3.55	0.87	30.87
Parcela 97	C3.1	9.84	0.86	84.58
Parcela 97	C3.2	12.03	0.76	91.44
Parcela 97	C3.3	9.94	0.78	77.50
Parcela 97 Mixta	Mixto 3	11.01	0.87	95.79

Puntos de muestro delimitados para sistema agroforestal convencional

No.	Sitio	Identificación parcela	X	Y	ALTURA	PENDIENTE	ORIENTACIÓN
			UTM		m	grados	
1	Xesucut	C1.1	695545	1620354	1810	20	SE
2	Xesucut	C1.2	695555	1620247	1818	22	SE
3	Xesucut	C1.3	695617	1620338	1812	19	N
4	Patsivir	C2.1	699531	1615939	1635	18	NW
5	Patsivir	C2.2	699500	1615890	1680	32	SW
6	Patsivir	C2.3	699618	1615917	1609	38	SW
7	Parcela 97	C3.1	700548	1614962	1518	11	NW
8	Parcela 97	C3.2	700570	1614978	1453	10	NW
10	Parcela 97	C3.3	700638	1614966	1432	10	NW

Fotografías.

Las siguientes fotografías muestran los pasos realizados durante el trabajo de campo.



1. Subparcela 1m x 1m.



2. Muestra de suelo 10cm profundidad.



3. Peso de maleza u hojarasca.



4. Muestras pequeñas para analizar en Lab.



5. Medición de DAB tocones.



6. Medición DAP árboles de sombra.



7. Cafetales y árboles de sombra.



8. Muestras de maleza, hojarasca y suelo.

Resultados foliares y de suelo de laboratorio de ANACAFE.

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO ORGANICO

ORDEN: 18 - 613 ANÁLISIS: AS-2 AS-5-A AS-15
 INVESTIGADOR: ING. HUMBERTO JIMENEZ
 FINCA: CCDA
 LOCALIZACIÓN: SAN LUCAS TOLIMÁN SOLOLA
 ENTREGA: Otro método de entrega.
 CULTIVO: CAFE



Fecha de Ingreso: 17/01/2011 Fecha de Entrega: 31/01/2011 Informe de Resultados de Análisis de Suelos

No.	Identificación de la Muestra	mg/L											%
		pH	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	*A.I	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	
	Niveles Adecuados ---->	5.5-6.5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	0-0.99	0.3-1.5	0.1-2.5	2.5-16	1-12	0.2-2	3-6
3427	SUELO 1 12/01/11 MIXTO	6.10	8.52	0.10	10.24	1.60	0.02	0.04	4.62	69.20	1.28	3.18	8.59
3428	SUELO 2 13/01/11 MIXTO	6.10	1.28	0.10	9.75	1.10	0.03	0.03	4.08	63.10	1.00	4.76	12.99
3429	SUELO 3 14/01/11 MIXTO	6.20	13.99	0.13	7.95	1.31	0.04	0.04	3.70	33.50	3.18	1.30	6.36
3430	SUELO 1 PD1 12/01/11	6.00	7.38	0.10	10.99	0.97	0.04	0.05	4.30	79.90	1.76	2.52	10.15
3431	SUELO 2 PD1 12/01/11	6.00	3.09	0.10	7.69	0.88	0.03	0.04	4.10	47.50	1.00	1.61	8.53
3432	SUELO 3 PD1 12/01/11	6.30	15.83	0.12	8.97	2.59	0.03	0.03	4.88	64.20	1.27	4.52	7.58
3433	SUELO 1 OT2 13/01/11	6.10	1.62	0.10	12.60	2.04	0.02	0.03	4.00	75.90	1.69	7.36	11.37
3434	SUELO 2 OT2 13/01/11	6.40	0.29	0.10	9.57	0.70	0.04	0.04	3.10	41.70	1.00	1.85	12.72
3435	SUELO 3 OT2 13/01/11	6.10	0.26	0.10	7.96	1.41	0.04	0.04	3.42	51.00	1.00	4.34	12.92
3436	SUELO 1 O1 14/01/11	6.30	16.32	0.27	6.87	1.31	0.04	0.04	3.42	21.60	1.00	1.42	6.09
3437	SUELO 2 O2 14/01/11	6.30	15.55	0.10	10.42	1.31	0.02	0.05	4.28	43.10	3.17	1.27	7.78
3438	SUELO 3 O3 14/01/11	6.30	23.78	0.28	10.99	2.12	0.04	0.04	4.40	64.20	8.31	1.51	11.03

*A.I.= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)
 *M.O.= Materia Orgánica
 *C.S.=Concentración de sales

Muestra	Identificación de la Muestra	Porcentaje de Saturación en la CICE					Equilibrio de Bases				Nomenclatura
		*CICE	K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	
	Niveles Adecuados >	5-25	4-6	60-80	10-20	0-24.9	5-25	2.5-15	2-5	10-40	Al = Aluminio Mg = Magnesio Ca = Calcio K = Potasio
3427	SUELO 1 12/01/11 MIXTO	11.98	0.83	85.48	13.36	0.17	102.40	16.00	6.40	118.40	
3428	SUELO 2 13/01/11 MIXTO	10.98	0.91	88.80	10.02	0.27	97.50	11.00	8.88	108.50	
3429	SUELO 3 14/01/11 MIXTO	9.43	1.38	84.31	13.89	0.42	61.15	10.08	6.07	71.23	
3430	SUELO 1 PD1 12/01/11	12.11	0.83	90.75	8.01	0.33	109.90	9.70	11.33	119.60	
3431	SUELO 2 PD1 12/01/11	8.71	1.15	88.29	10.10	0.34	76.90	8.80	8.74	85.70	
3432	SUELO 3 PD1 12/01/11	11.71	1.02	76.60	22.12	0.26	74.75	21.58	3.46	96.33	
3433	SUELO 1 OT2 13/01/11	14.77	0.68	85.31	13.81	0.14	126.00	20.40	6.18	146.40	
3434	SUELO 2 OT2 13/01/11	10.41	0.96	91.93	6.72	0.38	95.70	7.00	13.67	102.70	
3435	SUELO 3 OT2 13/01/11	9.51	1.05	83.70	14.83	0.42	79.60	14.10	5.65	93.70	
3436	SUELO 1 O1 14/01/11	8.49	3.18	80.92	15.43	0.47	25.44	4.85	5.24	30.30	

*CICE=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

Solución extractante para Fósforo, Potasio con Olsen Modificado

Solución extractante para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con DTPA (ácido dietiltriáminopentacético)

Solución extractante para calcio, magnesio y Aluminio con KCl 1 Normal

- Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL
- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe
- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.


 Ing. Humberto Jiménez
 Coordinador de AnalaB

ORDEN: 18 - 613 ANÁLISIS: AS-2 AS-5-A AS-15
 INVESTIGADOR: ING. HUMBERTO JIMENEZ
 FINCA: CCDA
 LOCALIZACIÓN: SAN LUCAS TOLIMÁN SOLOLA
 ENTREGA: Otro método de entrega.
 CULTIVO: CAFE



Fecha de Ingreso: 17/01/2011 Fecha de Entrega: 31/01/2011 Informe de Resultados de Análisis de Suelos

Muestra	Identificación de la Muestra	Porcentaje de Saturación en la CICE					Equilibrio de Bases				Nomenclatura
		*CICE	K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	
	Niveles Adecuados >	5-25	4-6	60-80	10-20	0-24.9	5-25	2.5-15	2-5	10-40	Al = Aluminio Mg = Magnesio Ca = Calcio K = Potasio
3437	SUELO 2 O2 14/01/11	11.88	0.84	87.71	11.03	0.17	104.20	13.10	7.95	117.30	
3438	SUELO 3 O3 14/01/11	13.43	2.08	81.83	15.79	0.30	39.25	7.57	5.18	46.82	

*CICE=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo



E-mail: analab@anacafe.org
www.laboratorioanalab.com

ORDEN:	18-613
FINCA:	CCDA
INVESTIGADOR:	ING. HUMBERTO JIMÉNEZ
LOCALIZACIÓN:	SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ

ANÁLISIS DE SUELOS *TEXTURA AL TACTO*

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROPIEDADES FÍSICAS		TIPO DE SUELO
No. de Lab.	Identificación	
3,427	SUELO 1 12/01/11 MIXTO	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,428	SUELO 2 13/01/11 MIXTO	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,429	SUELO 3 14/01/11 MIXTO	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,430	SUELO 1 PD1 12/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,431	SUELO 2 PD1 12/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,432	SUELO 3 PD1 12/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,433	SUELO 1 OT2 13/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,434	SUELO 2 OT2 13/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,435	SUELO 3 OT2 13/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,436	SUELO 1 O1 14/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,437	SUELO 2 O2 14/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO
3,438	SUELO 3 O3 14/01/11	FRANCO ARENOSO TENDENCIA FRANCO ARCILLO ARENOSO

Fecha Ingreso : Lunes 17 de Enero de 2011
 Fecha Entrega : Lunes 31 de Enero de 2011

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Ing. Humberto Jiménez
 Jefe Laboratorio de ANALAB




ANALISIS DE SUELOS

ORDEN:	18-613
FINCA:	CCDA
PROPIETARIO:	CCDA
LOCALIZACIÓN:	San Lucas Tolimán, SOLOLÁ

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROPIEDADES QUIMICAS		Gramos por cm. cúbico (gr/cc)		Porcentaje (%)
No. de Lab.	Identificación	Densidad Aparente	Densidad de Partículas	Porosidad
3,427	SUELO 1 12/01/11 MIXTO	1.14	2.60	56.26
3,428	SUELO 2 13/01/11 MIXTO	1.21	2.60	53.31
3,429	SUELO 3 14/01/11 MIXTO	0.89	2.60	65.86
3,430	SUELO 1 PD1 12/01/11	1.19	2.60	54.36
3,431	SUELO 2 PD1 12/01/11	1.12	2.60	56.81
3,432	SUELO 3 PD1 12/01/11	1.09	2.60	58.18
3,433	SUELO 1 OT2 13/01/11	1.09	2.60	58.19
3,434	SUELO 2 OT2 13/01/11	1.14	2.60	56.18
3,435	SUELO 3 OT2 13/01/11	1.22	2.60	53.01
3,436	SUELO 1 O1 14/01/11	0.82	2.60	68.29
3,437	SUELO 2 O2 14/01/11	0.78	2.60	69.92
3,438	SUELO 3 O3 14/01/11	0.80	2.60	69.20

Fecha Ingreso : Lunes 17 de Enero de 2011
 Fecha Entrega : Lunes 31 de Enero de 2011


 Ing. Humberto Jiménez G.
 Jefe Laboratorio de ANALAB

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
 El Laboratorio ANALAB no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Orden: 18-614
 Propietario: MARIA DE LOS ANGELES
 Finca: CCDA
 Localización: San Lucas Tolimán, SOLOLÁ
 Cultivo: CAFÉ



Análisis Peso Seco

RESULTADOS DE LABORATORIO

No. de Lab.	Identificación	Peso Seco
		Gramos *
3,439 ✓	MALEZA 1 - OT2 13/01/11	20.41
3,440 ✓	MALEZA 2 - OT2 13/01/11	17.39
3,441 ✓	MALEZA 3 - OT2 13/01/11	10.69
3,442 ✓	MALEZA 1 - P.D.I. 12/01/11	16.19
3,443 ✓	MALEZA 2 - P.D.I. 12/01/11	21.69
3,444 ✓	MALEZA 3 - P.D.I. 12/01/11	12.14
3,445 ✓	MALEZA 1 - O1 14/01/11	11.98
3,446 ✓	MALEZA 3 - O3 14/01/11	18.45
3,447	HOJARASCA 1 - O1 14/01/11	19.03
3,448	HOJARASCA 2 - O2 14/01/11	24.36
3,449	HOJARASCA 3 - O3 14/01/11	33.16
3,450 ✓	HOJARASCA 1 - P.D.I. 12/01/11	6.82
3,451 ✓	HOJARASCA 2 - P.D.I. 12/01/11	13.40
3,452 ✓	HOJARASCA 3 - P.D.I. 12/01/11	10.06
3,453 ✓	HOJARASCA 1 - OT2 13/01/11	18.41
3,454 ✓	HOJARASCA 2 - OT2 13/01/11	12.59
3,455 ✓	HOJARASCA 3 - OT2 13/01/11	23.12

Nota:

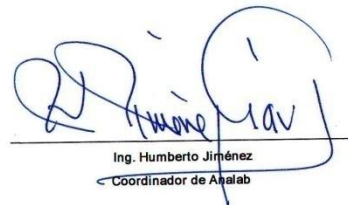
Estas muestras fueron deshidratadas en 24 horas a 65 grados centígrados

* Peso Neto

Fecha de Ingreso: Lunes 17 de Enero de 2011 ✓

Fecha de Entrega: Miércoles 19 de Enero de 2011 ✓

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.


 Ing. Humberto Jiménez
 Coordinador de Analab

SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL

ORDEN: 18 - 687 ANÁLISIS: AS-2 AS-5-B AS-15
 INVESTIGADOR: ING. HUMBERTO JIMENEZ
 FINCA: CCDA
 LOCALIZACIÓN: SAN LUCAS TOLIMÁN SOLOLA
 ENTREGA: Otro método de entrega.
 CULTIVO: CAFE



Fecha de Ingreso: 24/01/2011 Fecha de Entrega: 16/02/2011 **Informe de Resultados de Análisis de Suelos**

Identificación de la Muestra	pH	Cmol(+) / L					mg / L					%
		Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	*A.I	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	
No. Niveles Adecuados --->	5.5-6.5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	0-0.99	0.3-1.5	0.1-2.5	2.5-16	1-12	0.2-2	3-6
4043 SUELO MIXTO # 1	6.30	10.77	0.18	11.61	3.22	0.05	0.06	2.78	16.40	22.70	0.73	11.42
4044 SUELO MIXTO # 2	6.10	8.96	0.15	12.50	1.53	0.03	0.04	2.02	22.50	28.00	2.80	13.36
4045 SUELO MIXTO # 3	5.80	10.23	0.10	6.71	0.71	0.08	0.09	2.06	9.01	29.10	1.96	13.32
4046 SUELO C1-1	6.20	17.61	0.10	10.87	2.74	0.04	0.04	2.34	21.30	28.50	0.34	13.01
4047 SUELO C1-2	6.30	4.33	0.19	8.53	2.81	0.04	0.05	3.56	22.70	29.40	0.20	9.96
4048 SUELO C1-3	6.60	7.03	0.17	13.63	3.21	0.04	0.05	2.46	8.82	29.50	1.23	13.52
4049 SUELO C2-1	5.80	6.11	0.10	12.29	1.13	0.06	0.08	2.38	25.60	33.30	3.06	13.48
4050 SUELO C2-2	6.30	6.55	0.10	13.93	2.06	0.02	0.04	1.42	18.00	29.10	1.76	13.04
4051 SUELO C2-3	6.30	8.12	0.10	12.05	1.26	0.04	0.04	1.79	18.80	30.50	1.27	13.37
4052 SUELO C3-1	5.80	12.42	0.10	5.88	0.63	0.07	0.08	2.04	11.90	28.60	0.77	13.39
4053 SUELO C3-2	5.90	9.13	0.10	8.82	1.12	0.06	0.06	1.97	16.00	30.10	2.12	13.26
4054 SUELO C3-3	5.60	12.62	0.10	6.08	0.42	0.16	0.17	1.74	19.90	34.10	2.54	13.40

*A.I.= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)

*M.O.= Materia Orgánica

*C.S.=Concentración de sales

Identificación de la Muestra	*CICe	Porcentaje de Saturación en la CICe				Equilibrio de Bases				Nomenclatura
		K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	
Muestra Niveles Adecuados >	5-25	4-6	60-80	10-20	0-24.9	5-25	2.5-15	2-5	10-40	
4043 SUELO MIXTO # 1	15.07	1.19	77.04	21.37	0.33	64.50	17.89	3.61	82.39	
4044 SUELO MIXTO # 2	14.22	1.05	87.90	10.76	0.21	83.33	10.20	8.17	93.53	
4045 SUELO MIXTO # 3	7.61	1.31	88.17	9.33	1.05	67.10	7.10	9.46	74.20	
4046 SUELO C1-1	13.75	0.73	79.05	19.93	0.29	108.70	27.40	3.97	136.10	
4047 SUELO C1-2	11.58	1.64	73.66	24.27	0.35	44.89	14.79	3.04	59.68	
4048 SUELO C1-3	17.06	1.00	79.89	18.82	0.23	80.18	18.88	4.25	99.06	
4049 SUELO C2-1	13.60	0.74	90.37	8.31	0.44	122.90	11.30	10.88	134.20	
4050 SUELO C2-2	16.13	0.62	86.36	12.77	0.12	139.30	20.60	6.76	159.90	
4051 SUELO C2-3	13.45	0.74	89.59	9.37	0.30	120.50	12.60	9.56	133.10	
4052 SUELO C3-1	6.69	1.49	87.89	9.42	1.05	58.80	6.30	9.33	65.10	

= Bajo o Fuera de Rango
 = Adecuado
 = Alto

Al = Aluminio
 Mg = Magnesio
 Ca = Calcio
 K = Potasio

*CICe=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

Solución extractante para Fósforo, Potasio con Olsen Modificado

Solución extractante para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con DTPA (ácido dietilentriaminopentacético)

Solución extractante para calcio, magnesio y Aluminio con KCl 1 Normal

- Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL
- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe
- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE
 LABORATORIO
 Ing. Humberto Jiménez
 Coordinador de Analab

5ta. Calle 0-50, Zona 14, Guatemala, Guatemala, C.A. E-mail : analab@anacafe.org www.laboratorioanalab.com Telefonos PBX: (502) 2311-1969, (502) 2421-3700 ext. 1133,1135,1130 y 1137

Pag. 1 de 2

ORDEN: 18 - 687 ANÁLISIS: AS-2 AS-5-B AS-15
 INVESTIGADOR: ING. HUMBERTO JIMENEZ
 FINCA: CCDA
 LOCALIZACIÓN: SAN LUCAS TOLIMÁN SOLOLA
 ENTREGA: Otro método de entrega.
 CULTIVO: CAFE



Fecha de Ingreso: 24/01/2011 Fecha de Entrega: 16/02/2011 **Informe de Resultados de Análisis de Suelos**

Identificación de la Muestra	*CICe	Porcentaje de Saturación en la CICe				Equilibrio de Bases				Nomenclatura
		K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	
Muestra Niveles Adecuados >	5-25	4-6	60-80	10-20	0-24.9	5-25	2.5-15	2-5	10-40	
4053 SUELO C3-2	10.10	0.99	87.33	11.09	0.59	88.20	11.20	7.88	99.40	
4054 SUELO C3-3	6.77	1.48	89.81	6.20	2.36	60.80	4.20	14.48	65.00	

= Bajo o Fuera de Rango
 = Adecuado
 = Alto

Al = Aluminio
 Mg = Magnesio
 Ca = Calcio
 K = Potasio

*CICe=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

ANALISIS DE SUELOS

ORDEN:	18-687
FINCA:	CCDA
PROPIETARIO:	CCDA
LOCALIZACIÓN:	San Lucas Tolimán, SOLOLÁ

RESULTADOS DE LABORATORIO

PROPIEDADES QUIMICAS		Gramos por cm. cúbico (gr/cc)		Porcentaje (%)
No. de Lab.	Identificación	Densidad Aparente	Densidad de Partículas	Porosidad
4,043	SUELO MIXTO # 1	0.92	2.60	64.67
4,044	SUELO MIXTO # 2	0.87	2.60	66.61
4,045	SUELO MIXTO # 3	0.87	2.60	66.48
4,046	SUELO C1-1	1.03	2.60	60.41
4,047	SUELO C1-2	0.91	2.60	64.83
4,048	SUELO C1-3	0.80	2.60	69.17
4,049	SUELO C2-1	0.85	2.60	67.29
4,050	SUELO C2-2	0.85	2.60	67.38
4,051	SUELO C2-3	0.87	2.60	66.37
4,052	SUELO C3-1	0.86	2.60	67.05
4,053	SUELO C3-2	0.76	2.60	70.68
4,054	SUELO C3-3	0.78	2.60	70.16

Fecha Ingreso : Lunes 24 de Enero de 2011
 Fecha Entrega : Lunes 07 de Febrero de 2011

Ing. Humberto Jiménez G.
 Jefe Laboratorio de ANALAB

Guatemala, 23 de Julio del 2010

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

ANALISIS DE SUELOS TEXTURAS

ORDEN:	18 - 687
FINCA:	CCDA
PROPIETARIO:	CCDA
LOCALIZACIÓN:	San Lucas Tolimán, SOLOLÁ

RESULTADOS DE LABORATORIO

No. de Lab.	PROPIEDADES FISICAS Identificación	Porcentaje (%)			Clase Textural
		Arcilla	Limo	Arena	
4,043	SUELO MIXTO # 1	17.26	33.46	49.28	FRANCO
4,044	SUELO MIXTO # 2	17.37	31.60	51.03	FRANCO
4,045	SUELO MIXTO # 3	19.56	34.65	45.78	FRANCO
4,046	SUELO C1-1	17.28	29.40	53.33	FRANCO ARENOSO
4,047	SUELO C1-2	19.36	31.51	49.13	FRANCO
4,048	SUELO C1-3	19.34	29.46	51.20	FRANCO
4,049	SUELO C2-1	17.42	29.64	52.94	FRANCO ARENOSO
4,050	SUELO C2-2	17.37	29.55	53.09	FRANCO ARENOSO
4,051	SUELO C2-3	19.46	27.58	52.96	FRANCO ARENOSO
4,052	SUELO C3-1	19.46	29.61	50.93	FRANCO
4,053	SUELO C3-2	24.33	31.67	44.00	FRANCO
4,054	SUELO C3-3	26.50	33.87	39.63	FRANCO

* Textura Métodos de Bouyucos

Fecha Ingreso : Lunes 24 de Enero de 2011
 Fecha Entrega : Lunes 07 de Febrero de 2011


 Ing. Humberto Jiménez G.
 Jefe Laboratorio de ANALAB

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Orden: 18 - 687
 Propietario: MARIA DE LOS ANGELES
 Finca: CCDA
 Localización: San Lucas Tolimán, SOLOLÁ
 Cultivo: CAFÉ



Análisis Peso Seco

RESULTADOS DE LABORATORIO

No. de Lab.	Identificación	Peso Seco
		Gramos *
4027	HOJARASCA C1-1	27.54
4028	HOJARASCA C1-2	21.27
4029	HOJARASCA C1-3	23.86
4030	HOJARASCA C2-1	22.52
4031	HOJARASCA C2-2	11.53
4032	HOJARASCA C2-3	21.39
4033	HOJARASCA C3-1	27.56
4034	HOJARASCA C3-2	22.4
4035	HOJARASCA C3-3	24.9
4036	MALEZA C1-1	15.95
4037	MALEZA C1-2	3.27
4038	MALEZA C1-3	4.11
4039	MALEZA C2-1	3.67
4040	MALEZA C2-2	6.86
4041	MALEZA C2-3	10.96
4042	MALEZA C3-3	4.34

Nota:

Estas muestras fueron deshidratadas en 24 horas a 65 grados centígrados

* Peso Neto

Fecha de Ingreso: Lunes 24 de Enero de 2011

Fecha de Entrega: Lunes 07 de Febrero de 2011

Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión **ORIGINAL**.

El Laboratorio **ANALAB**, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.

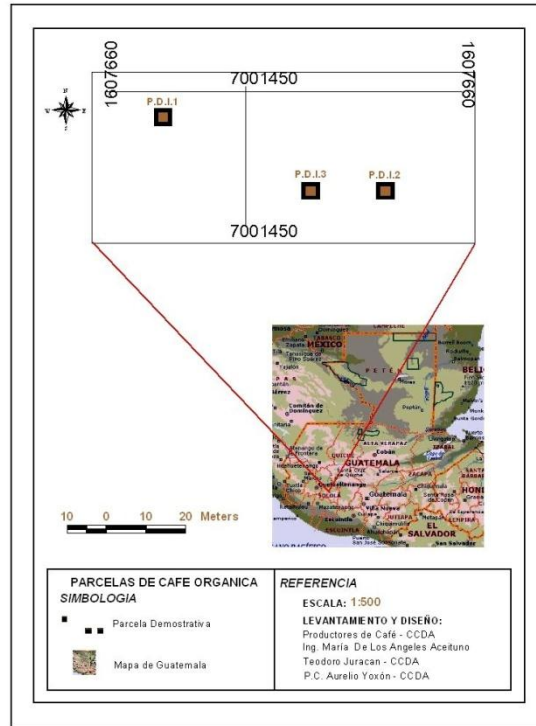
La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por **ANALAB**.

Ing. Humberto Jiménez

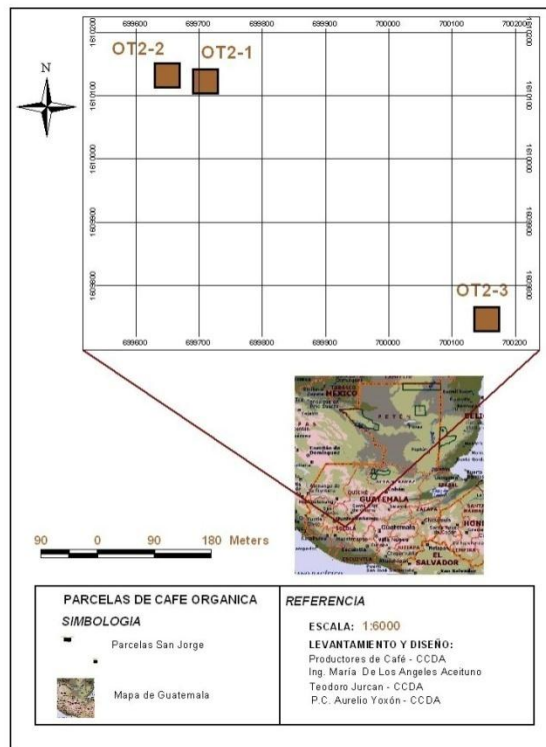
Coordinador de Analab

MAPAS DE LAS PARCELAS EVALUADAS DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO ORGÁNICO

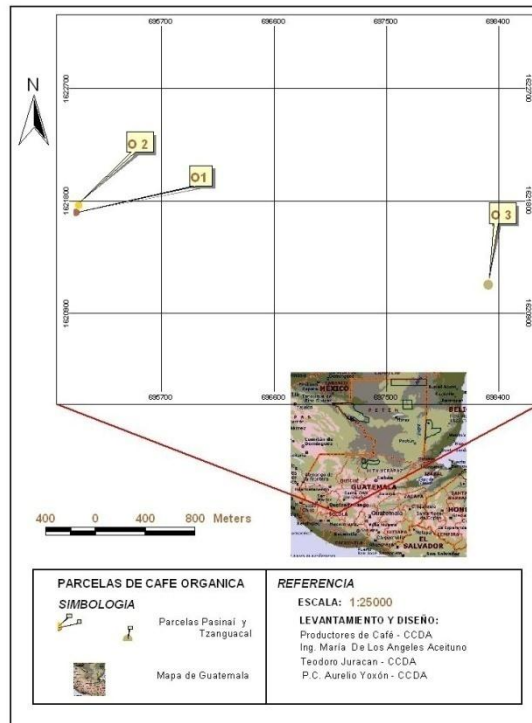
Parcela: Demostrativa.



Parcela: San Jorge.

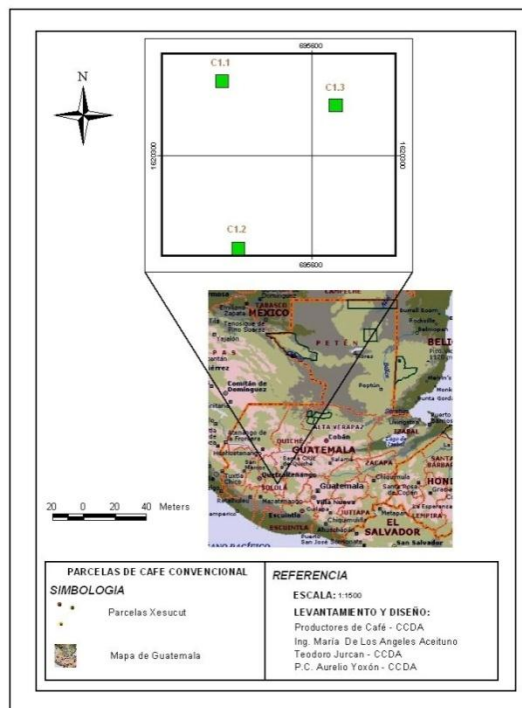


Parcela: Pasinai y Tzanguacal.

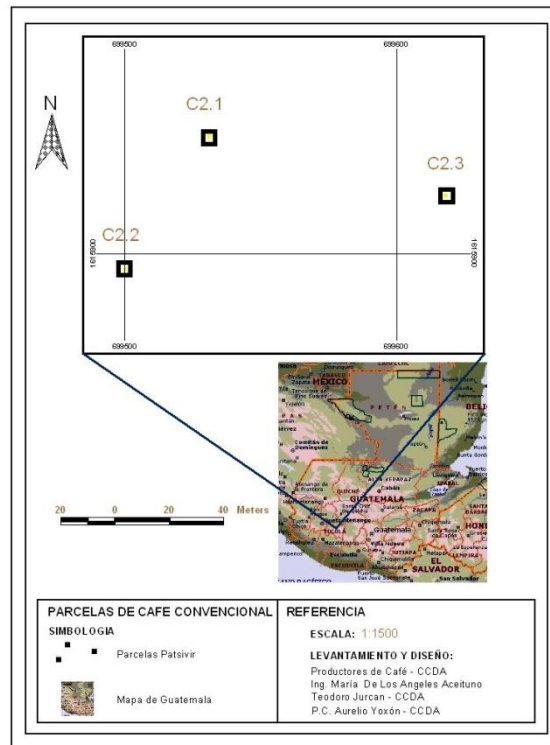


MAPAS DE LAS PARCELAS EVALUADAS DEL SISTEMA AGROFORESTAL DE MANEJO CONVENCIONAL

Parcela: Xesucut.



Parcela: Patsivir.



Parcela: Parcela 97.

