

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**CAFICULTURA SOSTENIBLE Y CAPTURA DE CARBONO**

**DOCUMENTO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**POR**

**BERNARDO SOLANO ALVAREZ**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, mayo del 2000.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO:	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. WÁLTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNÁNDEZ FIGUEROA
VOCAL CUARTO:	Prof. JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL QUINTO:	Br. JOSÉ BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
SECRETARIO:	Ing. Agr. EDIL RENÉ RODRÍGUEZ QUEZADA

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

EXAMINADOR:	Ing. Agr. MARCO TULIO ARAGÓN
EXAMINADOR	Ing. Agr. GUSTAVO ADOLFO MÉNDEZ GÓMEZ
EXAMINADOR:	Dr. JOSÉ DE JESÚS CASTRO UMAÑA
SECRETARIO:	Ing. Agr. CARLOS RENÉ FERNÁNDEZ PÉREZ
DECANO:	Dr. ANTONIO A. SANDOVAL SAGASTUME

Guatemala, mayo del 2000

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Representantes:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el documento de graduación titulado:

**CAFICULTURA SOSTENIBLE Y CAPTURA DE CARBONO**

Presentado como un requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

De ustedes Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Bernardo Solano Álvarez', enclosed within a circular scribble.

Bernardo Solano Álvarez

Carné 58669

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

A los Ingenieros Agrónomos Byron Medina y Vicente Martínez por su asesoría, sugerencias y revisión del presente trabajo.

A mi familia, por brindarme siempre el apoyo y confianza para la realización de este trabajo.

**ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:**

Por ser la luz que ilumina mi camino.

**MIS PADRES:**

Ramón Solano Duarte (QEPD)

Eladía Alvarez Ruiz (QEPD)

**MI ESPOSA:**

Olivia Guerra Sagastume de Solano.

**MIS HIJOS:**

Karla Denisse, Rubí Anaís, David Gerardo y Eddy Bernardo.

Como un ejemplo para su superación.

**MIS HERMANOS:**

Con cariño por el apoyo que me han brindado en el transcurso de mi vida.

**MI FAMILIA EN GENERAL**

**TESIS QUE DEDICO**

**A: Mi patria Guatemala**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Agronomía**

**Instituto Técnico de Agricultura ITA**

**ANACAFE**

**Mis catedráticos, amigos y compañeros**

**Mis asesores**

**Ing. Agr. Marino Barrientos García**

**Ing. Agr. Edgar López De León**

## CONTENIDO GENERAL

	Página
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	iii
<b>INDICE DE CUADROS</b>	iii
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	3
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	4
3.1 Ciclo global del carbono	4
3.2 Dióxido de carbono y cambio climático	5
3.3 Convención de cambio climático	6
3.4 Implementación conjunta	7
3.5 Mecanismo de desarrollo limpio	7
3.6 Tipos de proyectos de implementación conjunta	8
3.7 Proyectos de uso de la tierra en implementación conjunta	8
3.8 Mercado del carbono	9
3.9 Estimación del potencial y costo de captura de carbono	9
3.9.1 Reservorios a medir	10
3.9.2 Métodos de medición	10
3.9.3 Costos económicos de la captura de carbono	10
3.10 El agrosistema de café en Guatemala	11
3.11 Desarrollo sostenible	12
3.12 Caficultura sostenible	12
3.13 Técnicas tendientes a lograr sostenibilidad en el cultivo del café	13
3.13.1 Selección de variedades	13
3.13.2 Semilleros y Almácigos	13
3.13.3 Programa de Injertación	13
3.13.4 Densidad de Siembra	13
3.13.5 Sistema de Siembra	14
3.13.6 La Sombra	14
3.13.7 Manejo de Tejido Vegetativo Productivo	14

	Página
3.13.8 Control Integrado de Plagas y Enfermedades	14
3.13.8.1 Manejo Integrado de la Broca del Café	15
3.13.8.2 Control Integrado de Enfermedades	15
3.13.14 Fertilización	15
3.13.15 Beneficiado Ecológico	16
3.13.16 Uso de Subproductos del Beneficiado del Café:	16
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>18</b>
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>19</b>
6.1 Consideraciones sobre la sostenibilidad del sistema café en Guatemala	19
6.2 Potencial de captura de dióxido de carbono en el agrosistema café	20
6.3 Experiencias en Guatemala en la estimación de fijación de carbono en el agrosistema café	21
6.4 Métodos del Instituto Winrock para Cuantificar Carbono	27
6.5 Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta (OGIC)	31
6.5.1 Creación de la Comisión Guatemalteca de Implementación Conjunta	31
6.5.2 Fines de la comisión	32
6.5.3 Integración de la comisión	33
6.5.4 Funciones y atribuciones de la comisión	33
6.6 Elaboración de proyectos de implementación conjunta	34
6.6.1 Características de un Proyecto de Implementación Conjunta	34
6.6.2 Pasos para elaborar un proyecto de fijación de carbono	36
6.7 Proceso recepción, evaluación, aprobación y seguimiento de un proyecto de implementación conjunta	36
6.7.1 Recepción de proyectos	36
6.7.2 Evaluación formal y aprobación	37
6.7.3 Seguimiento	39
6.8 Consideraciones sobre los proyectos de implementación conjunta en el cultivo del café	40
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>44</b>
<b>8. RECOMENDACIONES</b>	<b>45</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>46</b>
<b>10. APÉNDICE</b>	<b>49</b>



## INDICE DE FIGURAS

No.	Título	Página
1.	Ciclo global del carbono, con estimaciones generales en GtC por año.	5
2.	Valores de fijación de carbono en el agrosistema de café de Guatemala.	23
3.	Fijación total de carbono en tmC/ha en el agrosistema café por región.	24
4.	Contenido medio de fijación de carbono en tmC/ha en las diferentes componentes del agrosistema de café.	24
5.	Proceso de recepción de proyectos de implementación conjunta.	37
6.	Evaluación y aprobación de proyectos de implementación conjunta.	38
7.	Seguimiento de un proyecto de implementación conjunta.	40

## INDICE DE CUADROS

No.	Título	Página
1.	Distribución de la muestra de fincas para la estimación del carbono fijado por el agrosistema de café en Guatemala.	22
2.	Contenido de carbono (tmC/ha) en las diferentes componentes y la fijación total del agrosistema café por región cafetalera.	23
3.	Carbono fijado por otros sistemas vegetales en comparación con el agrosistema café.	26

## CAFICULTURA SOSTENIBLE Y CAPTURA DE CARBONO

### SUSTAINABLE COFFE CULTURE AND CARBON FIXATION

#### RESUMEN

En la última década se ha generado un amplio interés en estudiar los factores que están afectando el comportamiento climático que como consecuencia afecta la salud humana, el ambiente y ocasiona daños económicos severos. El factor más importante que está induciendo el cambio climático es el efecto de invernadero que consiste en atrapar el calor del sol en las capas inferiores de la atmósfera de la tierra provocando sobrecalentamiento que provocan cambios en el clima.

Dentro de los gases que producen el llamado efecto invernadero se encuentra el Dióxido de Carbono; es uno de los más importantes. Es un gas imprescindible para la vida, ya que constituye una de las materias primas de la fotosíntesis vegetal; es la fuente del elemento carbono (C), base de las moléculas orgánicas. Derivado fundamentalmente del uso de combustibles fósiles y cambio de uso del suelo al eliminar la cobertura vegetal.

Los bosques principalmente, pero también aquellos agrosistemas que se desarrollan con árboles de sombra, contribuyen en gran medida a solucionar los daños del efecto invernadero a causa de que los árboles a través del proceso fotosintético asimilan y almacenan grandes cantidades de CO<sub>2</sub> durante su vida. El cultivo de café ha tenido un papel sumamente importante en la vida económica, política y social del país generando divisas, empleo y actualmente se reconoce el beneficio ambiental del cultivo, propiciando así una nueva externalidad económica además del cultivo principal.

En 1992 se celebró en Brasil la primera Conferencia para el Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU y 165 países se comprometieron a disminuir los incrementos locales de emisiones de gases de efecto invernadero al nivel que las actividades humanas no pongan en peligro el sistema climático. Se estableció también el mecanismo por medio del cual los países más contaminantes pueden financiar proyectos con beneficios ambientales en países menos desarrollados para compensar sus emisiones de gases efecto invernadero.

Se tiene entonces la oportunidad de incluir costos y beneficios ambientales en los sistemas de manejo de los recursos vegetales ya que representan altos niveles de captura de carbono. Para obtener reclamo económico por servicio ambiental es necesario elaborar y presentar proyectos de factibilidad con viabilidad dentro del Programa de Implementación Conjunta. Para Guatemala y concretamente para el sector cafetalero el desarrollo de proyectos de captura de carbono son reales una vez que se valoricen los servicios ambientales y sociales que brinda el sistema cafetalero sostenible expresado claramente en el mejoramiento social y económico de quienes lo integran.

Este trabajo persigue: a) describir en términos generales la concepción sobre la captura de carbono y su inserción dentro del manejo sostenible de las plantaciones de café; y b) proporcionar información al caficultor que sirva como guía para poder acceder al nuevo flujo de ingresos adicionales al esquema económico del cultivo.

Se puede concluir que el desarrollo de proyectos de fijación de carbono en el sistema cafetalero presenta oportunidades claras para Guatemala, de lograr valorizar algunos de los servicios ambientales que brinda el sistema cafetalero manejado de una forma sostenible. Además de cumplir funciones de mantener y mejorar el medio ambiente local y regional, este tipo de proyectos deben incluir los otros ejes del desarrollo sostenible expresado a través del mejoramiento de los flujos económicos y sociales hacia los participantes en la pequeña caficultura nacional.

Todavía hay muchas dudas sin respuesta formal con respecto a la ruta a seguir para hacer una realidad este tipo de proyectos tomando en consideración que a nivel regional son pocos los ejemplos concretos, tal es el caso de: Costa Rica, Bolivia y México. También debe tratar de buscar respuesta a preguntas del por qué los caficultores deben coordinar esfuerzos para facilitar este tipo de proyectos, las cuales se podrán responder cuando se involucre a los productores en la realidad que actualmente estamos viviendo.

El sector cafetalero ha sido y seguirá siendo un elemento clave en la economía del país, pero en la actualidad se debe definir el camino que debe seguir para asegurar una verdadera competitividad y esto debe hacerse usando la nueva tecnología pero que a la vez sea una actividad sostenible en el marco mundial, todo esto hará que pueda calificar mejor en los proyectos de Implementación Conjunta.

La oportunidad presente a través de la temática de la fijación de carbono en sistemas cafetaleros debe ser una parte de la visión de posibilidades de mejoramiento y oferta competitiva del sector café con miras hacia el futuro.

Tomando en cuenta el potencial de la caficultura nacional para fijar carbono es necesario apoyar esfuerzos que permitan generar propuestas de proyectos específicos que ligen al café con la fijación de carbono.

Es necesario fortalecer la capacidad del sector cafetalero para diseñar proyectos de fijación de carbono y deberá desarrollar estudios complementarios para estimar fácilmente líneas base y adicionalidades de carbono en el manejo de sus plantaciones.

Para implementar la aplicación de los proyectos de implementación conjunta, así como capacitación y divulgación se recomienda considerar la creación de un plan nacional de mediciones y estimaciones de fijación de carbono que clasifique ya sea por zonas de vida o tipo de plantación, el inventario de carbono del agrosistema café que puedan ofrecer mayor información a nivel nacional para apoyar los esfuerzos de parte de posibles interesados en estos proyectos.

# 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas del siglo XX se ha tomado especial interés en estudiar los factores abióticos que están afectando el comportamiento climático, que como consecuencia afecta la salud humana y el ambiente, ocasionando además daños económicos.

Dentro de los factores abióticos que inducen el cambio climático se encuentran los gases que producen el llamado efecto de invernadero, que consiste en atrapar el calor del sol en las capas inferiores de la atmósfera, provocando calentamiento de la superficie de la tierra. Entre estos gases el más importante es el bióxido de carbono derivado fundamentalmente del uso de combustibles fósiles y del cambio del uso del suelo por la actividad agrícola o uso urbano, que reduce la retención de carbono en la parte vegetal y en el suelo por unidad de área al eliminar la cobertura vegetal.

Los agrosistemas de café, cacao, hule y otros similares, contribuyen en gran medida a solucionar los daños del efecto invernadero en adición a las contribuciones de orden socioeconómico y ambiental, debido a que los árboles a través del proceso fotosintético asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante su vida. Se ha determinado que los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre (80-350 tmC/ha/año) y participan en un 90% del flujo anual de carbono entre la atmósfera y la superficie terrestre (16).

El cultivo de café ha tenido un papel sumamente importante en la vida económica, política y social del país, generando divisas, empleo para muchas familias y su gran aporte en la conservación de los recursos naturales renovables y el ambiente. En Guatemala se cultivan alrededor de 262,500 hectáreas de café, lo que representa un 2.5% del territorio nacional, relacionando directamente a 65,000 productores y sus familias, generando además, trabajo para 700,000 personas y un ingreso de divisas por 676.963,935.00 millones de dólares (1). Los beneficios ambientales del cultivo de café incluyen la conservación de la biodiversidad, el mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, mantenimiento del ciclo hidrológico y del microclima y también la reducción del efecto negativo del exceso de bióxido de carbono en la atmósfera, fijándolo como componente de la biomasa y liberando oxígeno.

En el mundo existen hoy 165 países y entre ellos Guatemala, que han firmado acuerdos internacionales concernientes a la política de cambio climático, que hace énfasis en disminuir los incrementos locales de niveles de emisiones de gases de efecto invernadero. Los países desarrollados e industrializados con alta

producción de contaminantes pueden financiar proyectos con beneficios ambientales en países menos desarrollados, abriendo así, la posibilidad de incluir costos y beneficios ambientales en los sistemas de manejo en los recursos naturales dado que representan los más altos niveles de captura de carbono, conservación de la biodiversidad, del suelo y del agua (8).

Para obtener reclamo económico por servicio ambiental es necesario elaborar y presentar proyectos de factibilidad con viabilidad comercial dentro de los programas de Implementación Conjunta donde se necesita determinar técnicamente la línea base o inventario actual y ofrecer adicionalidades basadas en técnicas de manejo.

Para Guatemala el desarrollo de proyectos de captura de carbono presenta oportunidades claras una vez que se valoricen los servicios ambientales y sociales que brinda el sistema cafetalero sostenible, expresado claramente en el mejoramiento del flujo económico y social de los sectores que integran la caficultura nacional. Es necesario definir políticas de competitividad para la actividad cafetalera de acuerdo a las posiciones del mercado de calidad, de comercio justo y la producción eco-amigable; características que obtendremos fácilmente si impulsamos una forma de desarrollo más sostenible que el actual.

El enfoque rentable de los proyectos ecológicos es necesario divulgarlo, las decisiones que se tomen hoy en esta materia, determinaran los futuros niveles de presión y conservación sobre el medio ambiente. El tema ambiental ya no concierne únicamente a grupos ecológicos o al gobierno, la visión empresarial del sector privado puede hacer la diferencia.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la Revolución Agrícola con su actividad modificadora de las condiciones ambientales, el hombre ha intervenido indirectamente en el contenido de dióxido de carbono de la atmósfera. A raíz de la Revolución Industrial cuando esta interferencia se ha incrementado notablemente. Así la tendencia hacia un calentamiento global se ha ido constando a lo largo del siglo XX, si bien el fuerte aumento de las temperaturas a fines de los años ochenta, ha despertado la polémica y con ella se han disparado las señales de alarma. Hoy se estima que a través de la quema de carbón, petróleo y demás combustibles fósiles, así como por la general deforestación, el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado un 25 por ciento, lo cual genera una tendencia hacia el recalentamiento general de la troposfera produciendo el denominado efecto invernadero.

En junio de 1992, en Río de Janeiro, Brasil, 155 países firmaron la Convención Marco sobre Cambio Climático, cuyo objetivo principal es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Los países firmantes de la Convención se comprometieron, entre otras cosas, a realizar inventarios nacionales de sus emisiones de gases con efecto invernadero y a implementar programas nacionales que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático.

También se plantea la forma de como capturar el carbono generado por las actividades antropogénicas de los países desarrollados en especial Estados Unidos, la Unión Europea y Japón, como estimular la conservación de bosques y agrosistemas de cultivos permanentes en los países en desarrollo a cambio de un pago, con lo cual se trata de mantener los niveles bajos de CO<sub>2</sub>, que de lo contrario puede provocar cambios severos en el clima a través del llamado efecto de invernadero.

El sistema de producción de café por su naturaleza de contar con un componente de árboles que sirven como sombra para el cultivo, de hecho está contribuyendo con mantener en un nivel adecuado el contenido de carbono de la atmósfera, pero además manejado bajo principios de sustentabilidad puede calificar dentro de estos programas que serán de beneficio económico para los productores. Por ello, en este documento se hace un análisis de lo que se ha avanzado a nivel mundial en el tema, las condiciones actuales del cultivo de café en Guatemala y lo que debe hacerse para poder calificar en estos programas, de tal forma que pueda servir de guía en determinado momento para los caficultores del país.

### 3. MARCO TEÓRICO

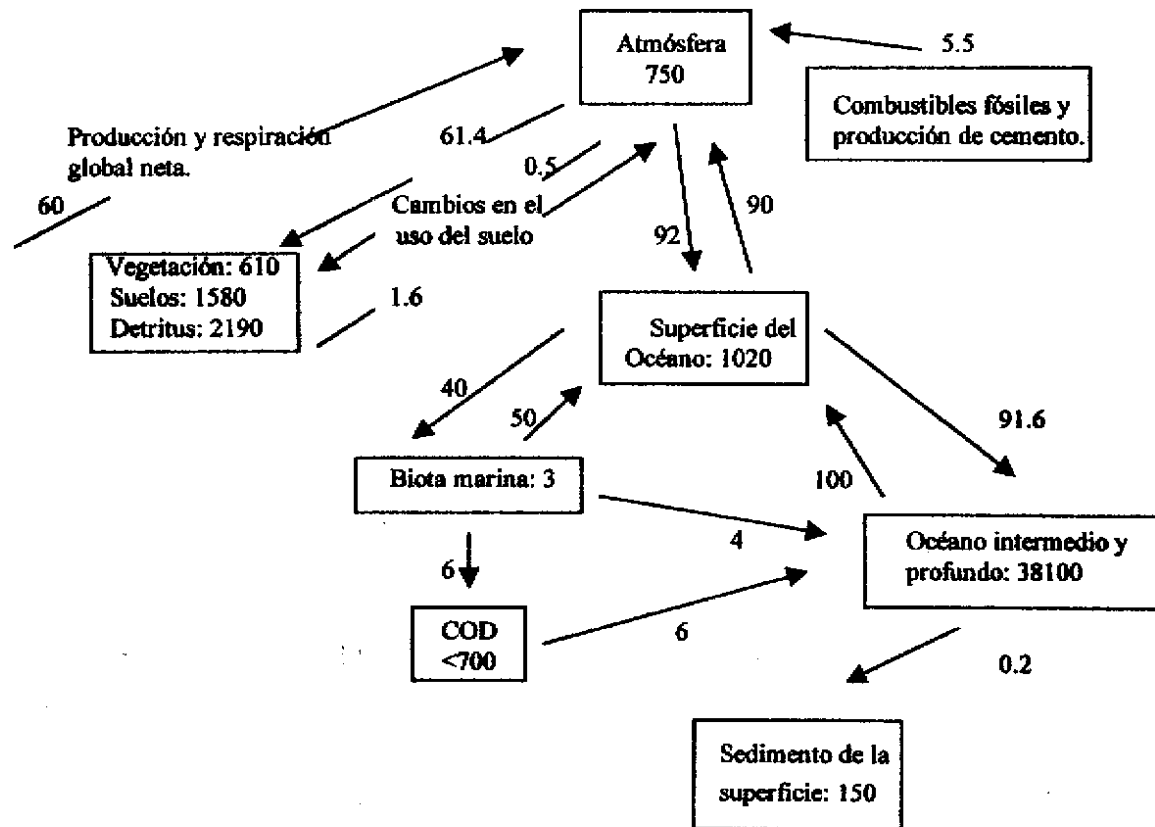
#### 3.1 CICLO GLOBAL DEL CARBONO

El ciclo global del carbono consiste en el modelo que trata de explicar como este elemento se mueve a través de sus principales reservorios. En forma resumida este ciclo consiste de un compartimiento atmosférico muy pequeño en comparación con el carbono en los océanos, los combustibles fósiles y otros almacenes en la corteza terrestre. Se supone que hasta el inicio de la época industrial, los flujos entre la atmósfera y los continentes y mares estaban en equilibrio. Sin embargo, durante el pasado siglo, la concentración de  $\text{CO}_2$  ha ido en aumento a causa de las nuevas aportaciones antropogénicas. El uso de combustibles fósiles es la principal causa de este incremento, pero sin embargo, la agricultura y la deforestación también contribuyen (18).

De los compartimientos del ciclo global del  $\text{CO}_2$ , la atmósfera representa uno de los más activos y a la vez vulnerables a las perturbaciones ejercidas por el hombre, que puede cambiar advertida o inadvertidamente el estado del tiempo y el clima. Dentro del ciclo del carbono el sistema de carbonatos del mar y los espacios verdes de la Tierra representados principalmente por los bosques, son muy eficientes para tomar el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) de la atmósfera. No obstante, el incremento en espiral en el consumo de combustibles fósiles asociado con la disminución en la capacidad de eliminación por parte de los bosques a causa de su disminución en área, está empezando a tener un efecto sobre el comportamiento atmosférico. A través de los años la tasa de desprendimiento de  $\text{CO}_2$  de las grandes ciudades, industrias y agricultura ha ido aumentando paulatinamente el contenido de  $\text{CO}_2$  del aire. El dióxido de carbono se comporta ante la radiación como el vidrio de un invernadero, dejando pasar el calor hacia el interior pero no hacia el exterior. Consecuencia de ello es que se produce un calentamiento de la tierra y de la capa de la atmósfera que recibe el nombre de efecto invernadero (18).

En la Figura 1 se presenta un esquema del ciclo global del carbono con algunas mediciones en GtC por año.





\* Los números de los cuadros indican el tamaño de cada reservorio en GtC. Cada flecha indica la magnitud del flujo en GtC/año.

COD = carbono orgánico disuelto.

**Figura 1.** Ciclo global del carbono, con estimaciones generales en GtC por año.

Fuente: IPCC, 1995 (18).

### 3.2 DIÓXIDO DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO

Las actividades antropogénicas han incrementado sustancialmente la concentración en la atmósfera de los llamados gases efecto de invernadero (GEI) que incluyen entre los principales al bióxido de carbono, metano, flúor carbonatos y óxidos de nitrato. Este incremento de gases ya está teniendo un efecto directo sobre el calentamiento de la superficie de la tierra (16).

La concentración del CO<sub>2</sub> en la atmósfera es afectada principalmente por las emisiones producidas por el consumo de combustibles fósiles, la agricultura y por la deforestación. La concentración atmosférica de

CO<sub>2</sub> se ha incrementado de 280 a 350 ppm en los pasados 250 años y algunas proyecciones indican que para el año 2100 la concentración podría alcanzar 630 ppm (16).

A partir de 1986 se ha tenido un incremento exponencial (un promedio de 4% anual). La emisión promedio de CO<sub>2</sub> como resultado del uso de combustibles fósiles de 1980 a 1989, se estima en 5.5 GtC por año, mientras que la emisión promedio actual se calcula en 6.2 GtC anual (16).

El 95% de las emisiones industriales provienen del hemisferio norte, donde se ubican la mayoría de los países industrializados, en donde las emisiones anuales están por arriba de las 5 toneladas de carbono per capita. En contraste la tasa de emisión de CO<sub>2</sub> en la mayoría de los países en vías de desarrollo se ubica entre 0.2 y 0.6 tmC per capita anualmente. Sin embargo, se estima que la tasa de incremento anual de los países en desarrollo se incrementa en aproximadamente 6% y se espera que en el futuro cercano, si no se toman las medidas pertinentes, a causa de su crecimiento económico y poblacional se conviertan en importantes emisores de CO<sub>2</sub>.

### 3.3 CONVENCION DE CAMBIO CLIMÁTICO

A causa de las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) que incrementan la temperatura de la atmósfera y la de los océanos, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha indicado que esto cambiará los patrones climáticos y estima que para el año 2100 el nivel de los océanos podría aumentar de 30 a 110 cm, con los consecuentes efectos ambientales y ocasionando severos daños económicos (14).

Durante la década de los 80 una serie de conferencias internacionales pidieron la conformación de un tratado que abordara el problema del cambio climático. Es así que el Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) respondió con la creación del Panel Internacional de Cambio Climático (PICC) en 1988. En 1990 la asamblea de la ONU estableció el Comité Intergubernamental de Negociaciones y a raíz de múltiples reuniones en mayo de 1992 se adoptó el texto de la Convención Marco de un Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMCC) (6).

En junio 1992 se celebró en Brasil la Conferencia para el Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU (Cumbre de Río) en la cual, 165 países firmaron la Convención Marco de Cambio Climático cuyo objetivo principal es estabilizar las concentraciones atmosféricas de GEI al nivel que las actividades humanas no

pongan en peligro el sistema climático, para el beneficio de las generaciones presentes y futuras. Las negociaciones sobre cambio climático que se han dado posteriormente a la cumbre de Río, dieron por resultado la conformación de la Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático (COP). Esta instancia ha desarrollado varias reuniones internacionales que incluyen la COP 1 en Bonn 1995, la COP 2 en Ginebra en 1996, la COP 3 en Kyoto en 1997 y la COP 4 en Buenos Aires 1998 (6).

El PICC es quien indica qué mecanismos de cooperación internacional pueden reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero. Esta actividad se ha denominado Implementación Conjunta (IC), la cual en esencia busca que países más industrializados a cambio de sus emisiones, inviertan en proyectos ambientales, en países menos industrializados (21).

La primera etapa de esta estabilización es lograr que el nivel de concentración de gases de efecto invernadero existentes en el año 2000 sea similar a la que existía en 1990. En el protocolo de Kyoto los países comprometidos establecieron una meta más factible, que es reducir sus emisiones en un 5.2% por debajo del nivel en que se encontraba en 1990, durante el período comprendido entre el año 2008 al 2012 (7).

### **3.4 IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA**

La Implementación Conjunta (IC) es una iniciativa por medio de la cual, una entidad en un país puede cumplir parcialmente su cometido de reducir sus niveles de GEI, compensando algunas emisiones domésticas con proyectos que financia en otro país. De esta manera la entidad no debe incurrir en costos muy elevados para la reducción doméstica y puede financiar proyectos de reducción de emisiones a costos más bajos (10). Con la implementación conjunta se busca reducir por un lado el flujo de carbono hacia la atmósfera, es decir disminuir los procesos de emisión en las fuentes donde se provocan, que actualmente son los países industrializados principalmente; y la otra opción es aumentar el flujo hacia la vegetación, o sea favorecer los proceso de fijación aumentando los sumideros.

A causa de que es difícil medir los flujos se ha optado por medir las reservas (los stocks), de tal forma que el flujo se puede calcular dividiendo el cambio de fijación en la reserva entre el tiempo (12).

### **3.5 MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO**

En la tercera Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático celebrada en 1997 en Kyoto, ~~1997~~, se

estableció el Protocolo de Kyoto, donde se establece el mecanismo de desarrollo limpio. Este mecanismo es el nuevo sistema a través del cual los países en desarrollo pueden participar de las actividades de reducción, fijación y no emisión de gases efecto invernadero. Este mecanismo funciona bajo los mismos principios de implementación conjunta con la única diferencia que canaliza un porcentaje de los fondos para ser invertidos en asistencia a países en desarrollo, vulnerables a los efectos adversos del cambio climático (7).

### **3.6 TIPOS DE PROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA**

Se puede considerar como un proyecto de Implementación Conjunta a todo aquel que reduzca y/o evite emisiones GEI más allá de la línea base o fije el CO<sub>2</sub> producido; siempre y cuando el sitio donde el proyecto captura el CO<sub>2</sub> y las fuentes de las emisiones compensadas por el proyecto, no estén en el mismo país. Actualmente los esfuerzos de Implementación Conjunta incluyen dos tipos de proyectos:

**Proyectos de uso de la Tierra:** Estos incluyen la fijación de carbono mediante prácticas que aumente la habilidad de fijación de carbono en un área de suelo y la preservación de fuentes naturales de carbono (en bosques, suelo etc.)

**Proyectos de Energía:** Estos incluyen el intercambio de combustibles que reduce el uso de productos basados en carbono, aplicación de energía renovable y aumento de la eficiencia energética (22).

### **3.7 PROYECTOS DE USO DE LA TIERRA EN IMPLEMENTACION CONJUNTA**

Los ecosistemas forestales fijan cantidades significativas de carbono en sus tejidos por medio de la fotosíntesis. Para poder reclamar un beneficio económico a cambio del servicio ambiental, es necesario medir la cantidad de carbono fijado por las actividades de un proyecto (adicionalidad) y comparar estas cifras con lo que se hubiese fijado en ausencia del mismo (línea base). El servicio ambiental en toneladas métricas de carbono (tmC) se calcula restando ambas (10).

Esto implica que para poder desarrollar un proyecto de implementación conjunta se debe poder estimar los cambios de fijación de carbono a través del tiempo. Por ejemplo, si un proyecto parte de una estimación inicial de fijación de carbono de 100 tm y si la proyección que se estima con la ejecución del proyecto a 20 años plazo es de 140 tm y en dado caso que no exista proyecto se estima que sea después de los 20 años de 60 tm, entonces:

Flujo = cambio en reserva + tiempo

Con proyecto  $(140 - 100) / 20 = 2$

Sin proyecto  $(60 - 100) / 20 = -2$

Diferencia  $2 - (-2) = 4 \text{ tmC/año}$

En 20 años  $4 \times 20 = 80 \text{ tmC}$

Esto significa que con esta cantidad de fijación de carbono estaría contribuyendo este hipotético proyecto (12).

Como en todo proyecto de inversión se necesitan etapas de monitoreo y verificación que garanticen al inversionista que el proyecto está cumpliendo con lo que ofreció. Todos estos procedimientos deben tener una metodología consistente para que las mediciones de carbono puedan ser comparables en cada etapa del proyecto. Para lograr esto se recomienda usar parcelas permanentes de medición (10).

### 3.8 MERCADO DEL CARBONO

El mercado potencial para proyectos de captura de carbono está constituido principalmente por Estados Unidos de Norte América, Europa y Japón. Estos países son los más grandes emisores de gases efecto invernadero y en consecuencia necesitan grandes cantidades de toneladas métricas de carbono fijado para cumplir con el compromiso adquirido para la reducción de gases. El compromiso de estos países en los acuerdos internacionales es reducir su nivel de contaminación de gases efecto de invernadero en 5.2% respecto a los niveles de 1990 para el período 2008-2012 (8).

### 3.9 ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL Y COSTO DE CAPTURA DE CARBONO

Para proponer un proyecto, inicialmente hay que hacer un muestreo del área para estimar el potencial de captura de carbono del ecosistema que se propondrá en el proyecto. Primero se debe hacer un estudio del área utilizando mapas, fotografías aéreas, imágenes de satélite, etc. Luego se debe determinar el número de unidades de muestreo y los sitios de muestreo.

El Instituto Internacional Winrock para el desarrollo agrícola, es una de las instituciones que ha desarrollado una serie de métodos basados en inventarios forestales, ciencias del suelo y reconocimientos ecológicos para cuantificar el carbono fijado según se explica a continuación (15).

### 3.9.1 Reservorios a medir

En cada sitio se deben medir los siguientes reservorios:

- Biomasa arriba del suelo: que incluye árboles, arbustos y herbáceas.
- Biomasa abajo del suelo: comprende raíces gruesas y finas.
- Suelo: incluye hojarasca (horizontes orgánicos), horizontes A y B o muestreo a profundidad predeterminada.

### 3.9.2 Métodos de medición

- Biomasa arriba del suelo: por muestreo destructivo o con el uso de ecuaciones alométricas, tomando en consideración que la masa es función del diámetro y la altura. La relación alométrica depende de la forma del árbol, de la cantidad de follaje y de la densidad de la madera. Debe usarse una ecuación específica para cada región y tipo de vegetación.
- Raíces: medición directa por excavación o uso de un valor de porcentaje estimado de biomasa arriba del suelo. El rango de porcentaje utilizado está entre 10-30% y depende del área en estudio.
- Suelos: por muestreo directo. Para el suelo inorgánico se necesita determinar el porcentaje de carbono en una muestra y la densidad aparente del suelo.

A toda la biomasa medida se le aplica un factor de conversión para obtener masa de carbono (se considera que del peso de la biomasa vegetal aproximadamente 50% del peso seco corresponde al carbono ya que este elemento forma parte de todos los compuestos orgánicos, de tal manera que en forma práctica se aplica un factor 0.5) (16).

### 3.9.3 Costos económicos de la captura de carbono

Para calcular los costos de captura de carbono por unidad de área se considera lo siguiente:

- A. Que los costos económicos de captura están en función de los costos de implementación, manejo y oportunidad; y
- B. Para la obtención de los costos totales de captura de una tonelada de carbono por hectárea se divide los costos económicos de captura entre la captura total del carbono.

El precio que se pueda obtener por tonelada métrica tiene una relación directa con la calidad y

sostenibilidad del proyecto y su competitividad dependerá de la valorización de la adicionalidad de tipo social que el proyecto ofrezca (de donde viene el CO<sub>2</sub>) (16). También debe tomarse en cuenta que el precio de venta por carbono depende del poder de negociación del país vendedor, como ejemplos se pueden mencionar los precios de venta actuales de Bolivia y Costa Rica que son de 0.85 US\$/tm y 10.0 US\$/tm respectivamente (17).

### **3.10 EL AGROSISTEMA DE CAFÉ EN GUATEMALA**

El agrosistema de café en Guatemala consiste en su mayoría en un cultivo que se desarrolla bajo sombra, el cual está compuesto de especies arbóreas que permiten el paso de un porcentaje adecuado de luz, para la producción de una especie cuyo origen es el bosque. Ha existido mucha discusión sobre si el café se debe producir bajo sombra o no, y algunos ejemplos tanto en Guatemala, como en otros países demuestran que manejando varios factores de la producción como la variedad y la fertilización entre otros, es posible producir mayores rendimientos de café a pleno sol en comparación con el sistema bajo sombra. Sin embargo, no debe perderse de vista que el sistema café encierra más que el cultivo principal ya que las especies que sirven como sombra presentan varias externalidades económicas que muchas veces no se cuantifican, así pueden servir para madera, alimento, medicina, etc. (13).

ANACAFE ha dividido al país en siete regiones de acuerdo con las particularidades ecológicas en las cuales se desarrolla el cultivo así se tiene: (Ver mapa en apéndice).

Región I que comprende el sur-occidente del país, representa el 27% de la producción con un 25% del área cafetalera, en altitudes entre 450-1500 msnm.

Región II que comprende la boca costa de sur del país, representa el 13% de la producción, con un 14% del área cafetalera, con altitudes entre 165-1400 msnm.

Región III comprende la parte de los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala, representa el 20% de la producción, con un 22% del área cafetalera, en altitudes entre 350-1600 msnm.

Región IV comprende la parte suroriental del país, representa el 22% de la producción, con un 20% del área cafetalera, en altitudes entre 500-1500 msnm.

Región V comprende la parte noroccidental del país, representa 9% de la producción, con un 8% del área cafetalera, en altitudes entre 875-1400 msnm.

Región VI comprende la parte norte, principalmente Alta Verapaz, representa el 7% de la producción, con un 8% del área cafetalera, en altitudes entre 130-1200 msnm.

Región VII comprende los departamentos de Zacapa y Chiquimula, representa el 2% de la producción, con un 3% del área cafetalera, en altitudes entre 150-1275 msnm (1).

### **3.11 DESARROLLO SOSTENIBLE**

Se define desarrollo sostenible como la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la posibilidad de las futuras generaciones para el logro de sus propias necesidades. Este concepto implica un largo plazo y además conlleva la responsabilidad respecto a otras generaciones (13).

El desarrollo sostenible tiene las siguientes características:

- Debe de ser autosuficiente, esto significa, que se mantiene así mismo sin depender de factores externos.
- Es endógeno, o sea que se genera desde adentro.
- Se orienta a la satisfacción de las necesidades de la población más que a la producción de artículos suntuosos.
- Se realiza en armonía con la naturaleza y en una relación amigable.
- Es participativo, es decir que permite, fomenta y garantiza una colaboración de todos, sin distinción de ninguna clase en el proceso y en los beneficios del mismo.
- Es flexible, adaptándose a las necesidades de la sociedad y a las características y limitaciones del entorno.
- Está plenamente abierto al cambio, revisando continuamente las relaciones entre el Estado y Sociedad Civil realizando los ajustes que sean necesarios, siempre en beneficio de esta última (13).

### **3.12 CAFICULTURA SOSTENIBLE**

La caficultura sostenible se enmarca dentro del concepto de sostenibilidad agropecuaria, que quiere decir, asegurar que los recursos naturales que son la base de toda producción, principalmente los suelos y el ciclo hidrológico no se degraden más. Es pues un concepto de largo plazo, que busca un equilibrio, entre la rentabilidad aceptable para el productor y la aplicación de tecnologías en la producción y la agro industrialización que evite el desgaste irreversible de los recursos naturales especialmente suelo, agua y bosques naturales.

De tal manera que puede definirse como "Un agro ecosistema de explotación racional y conservacionista que persigue alcanzar niveles óptimos de productividad, rentables, sin degradar los recursos



naturales, es decir protegiendo, preservando y recuperando el medio ambiente, apoyando la conservación, reproducción e incremento de la biodiversidad; todo con fines de generar beneficio y bienestar a las presentes y futuras generaciones" (13).

### **3.13 TÉCNICAS TENDENTES A LOGRAR SOSTENIBILIDAD EN EL CULTIVO DEL CAFÉ**

#### **3.13.1 Selección de variedades**

La selección de la(s) variedades a sembrar es una actividad sumamente importante ya que de esto dependerá en gran medida el futuro del agrosistema. Se debe de tomar en cuenta aspectos de calidad, producción, resistencia a plagas y enfermedades (13).

#### **3.13.2 Semilleros y Almacigos**

El mejor sustrato para los semilleros es la mezcla de tierra y arena, sin materia orgánica ya que facilita el desarrollo radical y previene el ataque de hongos que atacan a las plántulas en esta etapa. Para la preparación del sustrato para almacigos se recomienda la mezcla de tierra, arena y materia orgánica proveniente de la pulpa de café, incorporando entre 30 y 50% de esta materia orgánica; con esto mejorará el sustrato y se aprovechará el subproducto (pulpa). La fertilización líquida es recomendable ya que disminuye la cantidad de fertilizante tradicionalmente usado, lo que representa un ahorro y eficiencia en la mano de obra (2).

#### **3.13.3 Programa de Injertación**

Actualmente se impulsa y capacita la práctica de injerto hypocotiledonal (injerto Reina), cuyo objetivo principal es lograr mejor tolerancia a las plagas del suelo, como nemátodos y cochinillas de la raíz; también contribuye por su abundante sistema radical en la longevidad de las plantaciones, resistencia a sequías, mejor aprovechamiento de los nutrientes y en consecuencia incrementa la producción hasta en un 25% (2, 13).

#### **3.13.4 Densidad de Siembra**

Para obtener densidades de siembra adecuadas se debe considerar la fertilidad natural del suelo, la topografía y las características morfológicas de la variedad.

Para variedades de porte bajo se recomiendan 5,000 plantas/ha (2 x 1 m) y para variedades de porte alto 3,500 plantas/ha (2.40 x 1.20 m) (2).

### **3.13.5 Sistema de Siembra**

La mayoría de la caficultura guatemalteca se desarrolla en áreas de topografía quebrada por lo que para evitar la erosión del suelo y lixiviación de nutrientes se recomienda efectuar las siembras de café en curvas al contorno con terrazas continuas o individuales, además sembrar barreras vivas, acequias de ladera y cortinas rompe vientos.

Es recomendable que al momento del trasplante se incorpore en el hoyo materia orgánica proveniente de la pulpa del café para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo y garantizar así el desarrollo de la nueva plantación (2,13).

### **3.13.6 La Sombra**

En Guatemala el 90% del café se cultiva bajo sombra. ANACAFE ha impulsado por años esta técnica y actualmente sigue promoviendo la combinación de manejo tradicional de sombra con tecnología moderna y reducción de niveles en aplicación de agroquímicos para lograr sistemas sostenibles y competitivos con tecnología limpia y café de buena calidad.

Los árboles de sombra protegen al cafetal de lluvias y vientos fuertes, amortigua los cambios abruptos de temperatura o humedad relativa evitando plagas y enfermedades. Debido a que los árboles de sombra aportan permanentemente biomasa al suelo es aconsejable tener una composición florística de sombra para producir una mezcla de hojarasca con diferentes tasas de descomposición y nutrientes (4,5, 13).

### **3.13.7 Manejo de Tejido Vegetativo Productivo**

En el programa de podas, con visión de sostenibilidad, deben efectuarse aquellas prácticas que permitan darle mayor vida a la plantación y que mantenga su producción durante muchos años, a fin de evitar nuevas siembras.

Para definir el tipo de manejo más adecuado debe de considerarse el estado de cada plantación; sin embargo la poda selectiva es el sistema que ha mostrado mayor sostenibilidad a la plantación (2).

### **3.13.8 Control Integrado de Plagas y Enfermedades**

El control integrado tiene como fin minimizar el uso de plaguicidas e implementar prácticas culturales, controles manuales, controles biológicos y resistencia genética (5).

### 3.13.8.1 Manejo Integrado de Plagas

El manejo integrado de plagas consiste en la combinación de diferentes métodos de control entre los que pueden mencionarse el cultural, biológico, químico, manual, resistencia genética y otros que ayuden a mantener la población de insectos bajo el umbral económico. Uno de los objetivos es disminuir el uso de plaguicidas y evitar el uso de aquellos más dañinos al ambiente.

De tal forma que para poder aplicar un programa de control integral se necesita lo siguiente:

- Determinar que plagas hay en el cafetal por medio de muestreos, tipo, distribución y densidad de población de la plaga, durante todo el año.
- Elaborar un programa de trabajo para el manejo de cada plaga de importancia económica que incluya el adiestramiento de personal, mapeo, lista de acciones de prevención y control a seguir durante todo el año.

Los aspectos fundamentales para el manejo integrado de plagas en el café son:

- Conocer adecuadamente los agentes causales y sus hábitos.
- Dirigir su control principalmente hacia el uso de prácticas culturales y aspectos biológicos.
- Recurrir al control químico, solo cuando es necesario. En tal caso usar los productos más eficientes, con el mínimo de toxicidad residual y aplicarlos en la época adecuada.
- Evitar las aplicaciones de insecticidas con base en un calendario fijo y en forma generalizada. Las aplicaciones deben estar condicionadas a observaciones de campo y dirigidas a focos de infestación (5).

### 3.13.8.2 Control Integrado de Enfermedades

La mayoría de enfermedades en café se controlan satisfactoriamente mediante el adecuado manejo de sombra, podas, deshierpes, control de malezas y un programa adecuado de fertilización. El control químico se aplica únicamente en ataques severos superiores al 10% (5).

### 3.13.14 Fertilización

Para elaborar un programa de fertilización y evitar el uso excesivo de fertilizantes es necesario efectuar análisis de suelos y análisis foliares. Es recomendable interaccionar la fertilización con cal agrícola e incorporación de materia orgánica proveniente de los subproductos del café, esto permite aplicaciones menores de fertilizantes químicos (2, 4).

### **3.13.15 Beneficiado Ecológico**

Cuando se habla de beneficiado de café ecológico, se refiere a mejoras tecnológicas incorporadas al beneficiado tradicional tendentes a minimizar los volúmenes de agua utilizados en el proceso de beneficiado húmedo mediante el transporte mecánico del café y pulpa (tornillos helicoidales y fajas transportadoras), el tratamiento y disposición final de los subproductos.

Los subproductos deben de ser manejados con tratamientos físicos primarios, incorporando un sistema de recirculación de agua, la pulpa debe ser utilizada como abono orgánico, las aguas residuales deben ser enviadas a fosas que cumplan la función de evaporación, infiltración, sedimentación y degradación de los mismos. Entonces el beneficiado ecológico representa una valiosa contribución para solucionar el impacto ecológico que ocasionan las aguas del despulpado, aguas de lavado y la pulpa (3,13).

### **3.13.16 Uso de Subproductos del Beneficiado del Café:**

Según Alvarado *et al.* (1) en Guatemala se generan alrededor de 11.6 millones de quintales de pulpa por año provenientes del beneficiado húmedo del café, los cuales se pueden utilizar como abono orgánico en las plantaciones de café y en la producción comercial de almácigos reduciendo los costos por insumos en 40% y 30% respectivamente, como combustible para generar calor en las secadoras de café y como alimento para ganado. Las aguas residuales pueden emplearse para riego de cultivos anuales donde se remueve continuamente el suelo.

#### **4. OBJETIVOS**

- 1. Reunir y resumir la información existente sobre la captura de carbono y, su incertación dentro del manejo sostenible de las plantaciones de café a fin de fijar los más altos niveles de dióxido de carbono.**
- 2. Proporcionar información al caficultor del nuevo flujo de ingresos adicionales al esquema económico tradicional mediante la descripción del funcionamiento de los proyectos de implementación conjunta.**

## **5. METODOLOGÍA**

El presente trabajo es una revisión de la experiencia que el autor ha tenido en el cultivo del café y su visualización hacia una nueva fuente de ingreso con la captura de carbono.

De tal forma que el trabajo consistió en términos generales en elaborar una guía de contenido del mismo, consulta de bibliografía y análisis y discusión de la información obtenida.

Las fuentes consultadas para obtener la bibliografía fueron: Cámara de Comercio, Asociación Nacional del Café (ANACAFE) y diferentes bibliotecas y centros de documentación especializadas en el tema. Además se realizaron entrevistas con personas conocedoras del tema para obtener orientación acerca de cómo enfocar el trabajo y para obtener información escrita que ellos pudieran tener.

La bibliografía se dividió en dos partes: a) información de base que sirvió para conformar el marco teórico y b) información aplicada que se utilizó para conformar el capítulo de resultados para mostrar lo que se está haciendo a nivel nacional sobre el tema.

La información obtenida se analizó y discutió y de ella se desprendieron las conclusiones y recomendaciones presentadas.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta la información reciente sobre la sostenibilidad del sistema café en Guatemala y captura de carbono, los pasos para formular un proyecto de captura de bióxido de carbono y una discusión general del tema que ayude en la toma de decisiones.

### 6.1 CONSIDERACIONES SOBRE LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA CAFÉ EN GUATEMALA

Muchos de los sistemas tradicionales del agrosistema café tienen el potencial de generar un ingreso estable y aceptable que consiste en café, productos arbóreos y servicios ambientales como la fijación de carbono, la producción de agua limpia o los aportes a la conservación de la biodiversidad. Pero hay un desafío que consiste en la búsqueda de maneras de ayudar a ese caficultor para que logre su propósito, con un mínimo de riesgo, usando métodos de cultivo razonables, sostenibles y rentables, para su propio beneficio y el del país. Para ello se debe avanzar en tres direcciones: la investigación ecológica a nivel de ecosistema, los estudios socio-económicos y la comercialización y mercadeo (5, 19).

En Guatemala el 90% del café se cultiva bajo sombra, ello de hecho implica que en lo referente a la biodiversidad y ambiente, este agrosistema es ventajoso. Pero además de esto la sombra está produciendo beneficios económicos a los productores ya sea en madera, en fruta, medicina, etc. Sin embargo, no solo la sombra es el parámetro de comparación si se quiere pensar e insertar el cultivo de café en la venta por captura de CO<sub>2</sub> sino se debe considerar que debe integrarse dentro de una total sostenibilidad, que es hacia lo que el nuevo paradigma de producción apunta y por otra parte que en el planteamiento de un proyecto de implementación conjunta entran en juego todos estos aspectos.

Así, debe considerarse principalmente el manejo de plagas y enfermedades y la fertilización, pues estas prácticas agrícolas están actualmente muy influenciadas por la revolución verde, donde la principal fuente aplicación son los plaguicidas y fertilizantes químicos respectivamente.

La roya (*Hemileia vastatrix*), el ojo de gallo (*Mycena citricolor*), antracnosis (*Colletotrichum kahawae*), la broca (*Hypothenemus hampei Ferr.*) y los nemátodos fitoparásitos, se pueden considerar tal vez los problemas más graves en una plantación de café pueden hoy día ser controlados con métodos diferentes al químico (3,5). La investigación, sobre el control de estas plagas y enfermedades ha sido

profunda de tal manera que se tienen diferentes opciones diferentes al control químico entre las que pueden mencionarse el control mecánico, cultural y biológico. De estas se tiene bastante literatura de tal manera que se trata únicamente de ponerlas en práctica adaptándolas a las condiciones específicas de la finca (5).

En lo referente a la fertilización se ha demostrado que el mal manejo o la aplicación excesiva de fertilizantes químicos puede provocar contaminación ambiental, por ejemplo la fertilización con N puede contaminar las aguas freáticas con nitritos y nitratos, aunque en el agrosistema de café este problema se disminuye debido a que la lixiviación es menor que en otros cultivos a causa de los árboles de sombra. De todas maneras en el manejo sostenible la tendencia es al uso de abonos orgánicos de preferencia que sean producto de los desechos del mismo cultivo de tal forma de depender en lo mínimo del exterior. Hoy día las técnicas de producción de abonos orgánicos está bastante documentada y debe ponerse en práctica en las plantaciones de café (4).

La otra práctica que cabe mencionar es el beneficiado que tradicionalmente ha estado asociado con la generación de importantes cantidades de contaminantes orgánicos contenidos en las aguas de procesamiento. Estas son posteriormente vertidas en los ríos, con el consecuente empobrecimiento de la calidad del agua. Así, el beneficiado ecológico consiste en evitar esta contaminación lo cual hace el cultivo sostenible y amigable con el ambiente (5).

## **6.2 POTENCIAL DE CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO EN EL AGROSISTEMA CAFÉ**

Se sabe que el carbono contenido en la biomasa es aproximadamente el 50% del peso seco. En proyectos que implica el crecimiento de múltiples especies, de diferentes edades, estructurados en complejos arreglos con cultivos anuales o perennes como es el caso de los sistemas agroforestales, la estimación de la acumulación de la biomasa es más difícil, sin embargo hay algunas aproximaciones para evaluar el CO<sub>2</sub> secuestrado (16).

Para desarrollar un proyecto de fijación de carbono se debe de hacer un inventario inicial para establecer un plan de monitoreo y planificar la verificación de los resultados. Es importante que estas actividades estén basadas en procedimientos científicos bien fundamentados. Para esto se debe definir la línea base y medir anualmente las adicionalidades. La línea base es lo que ocurrirá en las reservas de carbono sin proyecto (la cantidad de carbono/ha al momento de entrar al proyecto). La adicionalidad es lo que ocurrirá si se aplica un proyecto. La diferencia entre estos dos escenarios es lo que se vende como



carbono fijado en el proyecto (1, 16).

Recientemente se ha buscado identificar los beneficios ambientales del cultivo del café en comparación con las prácticas productivas de los cultivos limpios y la ganadería, lo que implica lograr demostrar como contribuye al mantenimiento e incremento de la biodiversidad, conservación del recurso hídrico, mejoramiento del suelo y reducción de los niveles de bióxido de carbono en la atmósfera, estimándose que este agrosistema compuesto de árboles de sombra, cafetales, vegetación herbácea y la materia orgánica del suelo, contribuye a la fijación de bióxido de carbono en cantidades considerables.

En una investigación llevada a cabo en la ciudad de Colón, Costa Rica se encontró que el sistema cafetalero contribuye con 198 toneladas métricas de carbono por hectárea (11). Otro estudio realizado en Guatemala en la Unión, Zacapa determinó que una hectárea de café tecnificado fija 30.73 tmC y una hectárea de café tradicional fija 79.49 tmC (13). Esta observación, solo refleja los resultados de una finca de cafetales analizada por lo que no se puede decir si existe una diferencia significativa entre ambos sistemas respecto a la fijación de carbono.

### 6.3 EXPERIENCIAS EN GUATEMALA EN LA ESTIMACIÓN DE FIJACIÓN DE CARBONO EN EL AGROSISTEMA CAFÉ

Con el fin de conocer el potencial que el agrosistema café tiene en la fijación de CO<sub>2</sub>, ANACAFE (1) llevó a cabo un estudio para generar y adaptar metodologías que permita cuantificar a nivel de estimado, la fijación de CO<sub>2</sub> en tmC/ha en la biomasa del agrosistema café. Para ello, se diseñó un muestreo que incluyó las siete regiones cafetaleras del país, estratificando en estratos que reflejaran la influencia geoclimática sobre la biomasa y tamaño de la finca.

Los estratos definidos fueron:

- Por altitud

Baja:	300-900 msnm
Media:	900-1,400 msnm
Alta:	1,400-1,800 msnm

- Por producción

Grandes productores (G)

22680 Kg de pergamino en adelante

Medianos productores (M) 22.68-22680 Kg de pergamino  
 Pequeños productores (P) hasta 22.68 Kg de pergamino

El período de muestreo fue durante los meses de marzo a mayo de 1998.

**Cuadro 1.** Distribución de la muestra de fincas para la estimación del carbono fijado por el agrosistema de café en Guatemala.

Reg. Cafetalera	I	II	III	IV	V	VI	VII	Total
Altitud msnm	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P	G M P	
alta 300 -- 900	1 1 1	0 2 1	4 1 2	2 1 1	1 1 0	1 2 0	0 1 0	23
media 900 - 1400	4 1 0	2 2 1	1 1 2	4 3 1	2 2 1	4 1 0	1 3 1	37
baja 1400- 1800	2 1 1	1 2 1	1 1 0	1 0 0	0 1 4	3 1 1	1 0 1	23
Total	7 3 2	3 6 3	6 3 4	7 4 2	3 4 5	8 4 1	2 4 2	83
Total/región	12	12	13	13	12	13	8	

Las fuentes de carbono que se cuantificaron fueron las siguientes

- Biomasa arriba del suelo: formada por los árboles de sombra, cafetos, malezas y musaceas.
- Biomasa abajo del suelo: formada por el sistema radical de la vegetación presente.
- Hojarasca: formada por las hojas y otra vegetación muerta proveniente de los diferentes componentes de la vegetación que no han sufrido un proceso de descomposición y se encuentran en la superficie del área muestreada.

Se procedió a establecer cuatro parcelas de 500 m<sup>2</sup> repartidas una área de muestreo seleccionada para inventariar la biomasa. Las condiciones que tenían estas áreas fueron:

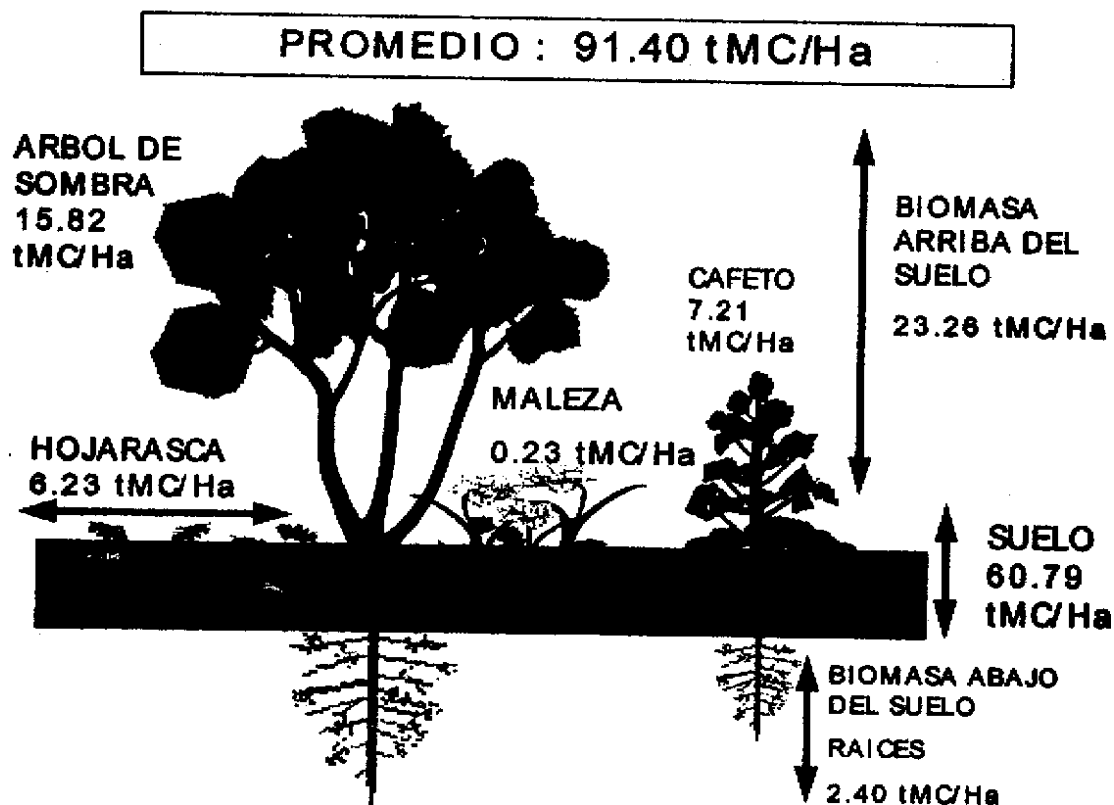
- Área mínima de 1 ha
- Presencia de árboles de sombra; y
- Edad de los cafetos entre 3-5 años.

Para comparar el potencial de fijación de carbono del agrosistema café se establecieron parcelas de muestreo en otros usos del suelo, se muestrearon dos bosques de Pinophytas, un bosque latifoliado, tres potreros y una área de maíz. Además se tomaron unidades geográficas en un bosque latifoliado en sucesión secundaria y dos terrenos en descanso.

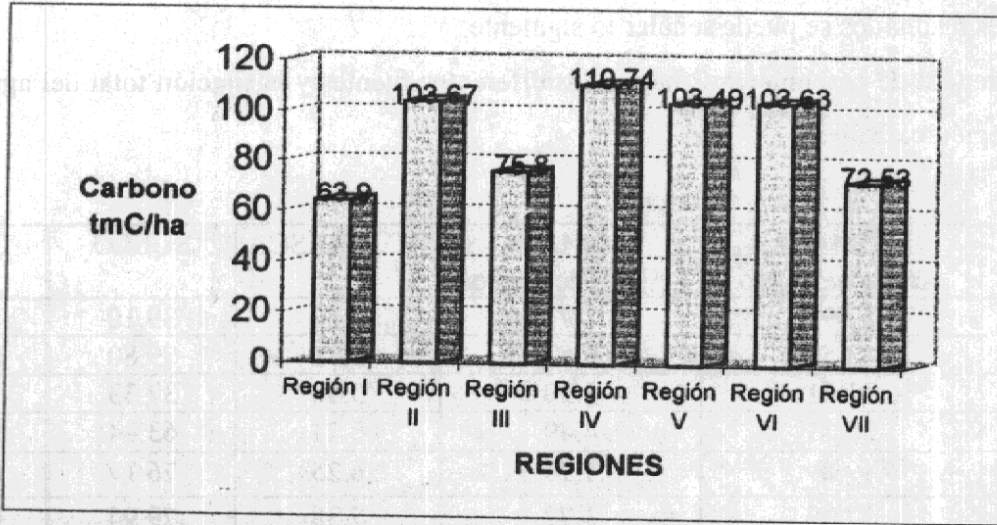
De los principales resultados se puede señalar lo siguiente:

**Cuadro 2.** Contenido de carbono (tMC/ha) en las diferentes fuentes y la fijación total del agrosistema café por región cafetalera.

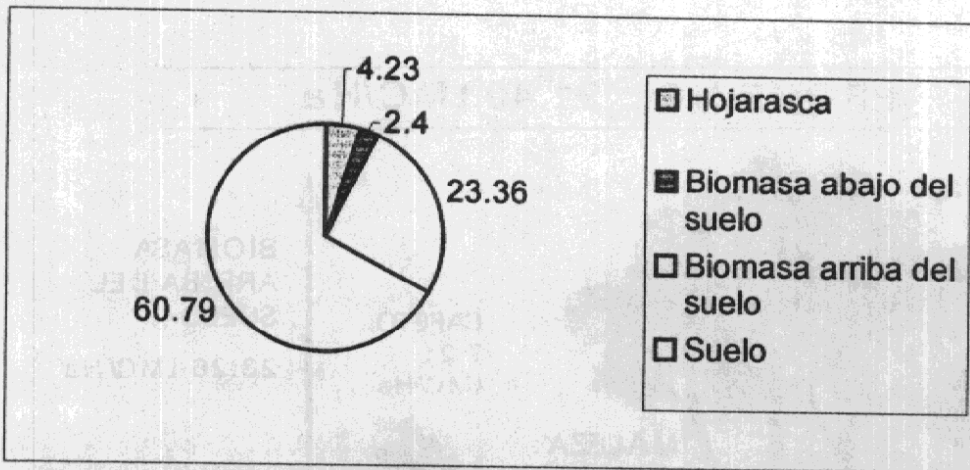
REGIÓN	BIOMASA Arriba del suelo	BIOMASA Abajo del suelo	HOJARASCA	SUELO	TOTAL
I	17.92	1.77	5.60	39.10	63.92
II	18.52	1.52	5.75	79.80	103.67
III	31.01	3.30	5.50	37.33	75.87
IV	36.11	4.49	6.71	63.44	110.74
V	19.89	1.70	6.25	76.17	103.49
VI	17.39	1.77	7.38	79.94	103.64
VII	19.57	1.97	6.56	44.43	72.53
<b>MEDIA</b>	<b>23.26</b>	<b>2.40</b>	<b>6.23</b>	<b>60.79</b>	<b>91.64</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>25.38</b>	<b>2.62</b>	<b>6.80</b>	<b>66.33</b>	<b>100.00</b>



**Figura 2.** Valores de fijación de carbono en el agrosistema de café de Guatemala.  
FUENTE: ANACAFÉ 1998



**Figura 3.** Fijación total de carbono en tmC/ha en el agrosistema café por región.  
 FUENTE: ANACAFÉ 1998



**Figura 4.** Contenido medio de fijación de carbono en tmC/ha en las diferentes fuentes del agrosistema de café.

FUENTE: ANACAFÉ 1998

En el Cuadro 2 y Figura 2 se presenta el contenido de fijación de carbono en las diferentes fuentes del agrosistema café, en Guatemala a través de las diferentes regiones cafetaleras. En relación a la biomasa arriba del suelo se puede notar que esta porción fija el 25.38% del carbono, en este estrato la parte más significativa son los árboles de sombra que fijan el 68% de carbono arriba del suelo. Se pueden notar algunas diferencias en cuanto a la cantidad fijada por región lo cual está directamente relacionado con el manejo y conservación de la sombra. Así se puede notar que las regiones III y IV son las que tienen una mayor fijación de carbono a causa que en estas partes se mantiene una sombra más densa que puede ser

porque el periodo seco es más severo que en las otras regiones. Los árboles de sombra del agrosistema café son importantes para la propia producción sostenible del café y además aportan otros beneficios a la biodiversidad y económicos. Aporta productos como leña, madera y frutos, además sirve de refugio a aves, mamíferos, reptiles y otros (21).

El porcentaje de carbono fijado por la biomasa abajo del suelo y por la hojarasca tiene valores pequeños pero que sin embargo pueden hacer la diferencia con otros agrosistemas por ejemplo, con los monocultivos anuales donde esta parte es casi nula.

En lo que respecta a la parte fijada por el suelo, es decir por la materia orgánica contenida en estos, producto de la descomposición de la materia verde y el aporte animal del agrosistema, se puede notar que presenta los valores más altos con un promedio de 60.79%. Se puede notar diferencia de fijación de carbono a nivel del suelo en las diferentes regiones lo cual está íntimamente relacionado con el manejo de hojarasca, material de podas y otras fuentes que están alimentando al suelo de materia orgánica. Esto indica que el agrosistema café es una fuente importante de fijación de carbono en el suelo a causa de su contribución en el mantenimiento y conservación de este recurso. Este resultado indica también como al remover la cobertura forestal de una área, no sólo se reduce la fijación de carbono en la fuente de biomasa arriba del suelo, sino que también se reduce la fijación en el componente del suelo.

Se puede hacer un estimado del total de carbono fijado por el agrosistema café del país, considerando que actualmente el área sembrada es de 262,500 ha y tomando en cuenta el resultado obtenido en este estudio de un promedio de fijación de carbono de 91.64 tmc/ha se obtiene un valor de 24,055,500 tmc. Este cálculo permite tener una idea de la magnitud del beneficio ambiental que el agrosistema café está prestando en este momento es decir, la línea base de la cual se estaría partiendo a la hora de hacer un proyecto de captura de carbono.

En relación a la fijación de carbono con respecto a la altitud en donde se encuentran los agrosistemas, los resultados de este estudio indicaron una tendencia a la disminución de fijación en relación con la disminución de la altitud. Es decir que las fincas ubicadas en las partes bajas tienen una menor fijación de carbono lo cual puede estar relacionado con la velocidad de descomposición de la materia orgánica a medida que aumenta la temperatura.

**Cuadro 3.** Carbono fijado por otros sistemas vegetales en comparación con el agrosistema café.

Sistema	Total tmC/ha	% Eficiencia en relación con el café	Relación Otro sistema/Café
Bosque de Pinophytas	155.39	70	1.70
Bosque latifoliado	266.41	191	2.91
Bosque secundario			
latifoliado	120.53	32	1.32
Terreno en descanso	75.41	-18	0.82
Potrero	72.24	-21	0.79
Milpa	61.66	-33	0.67

En cuanto al tamaño de la explotación agrícola a pesar que los resultados muestran que en las fincas de pequeños productores hay menor fijación de carbono, los valores no muestran una tendencia marcada que permita inferir el porqué de esta característica.

Los resultados presentados en el Cuadro 3 indican que el bosque es el que tiene una mayor capacidad de fijación de carbono, esto debido a la cantidad de materia orgánica que se almacena en los diferentes órganos de estas plantas que son de larga vida y gran tamaño.

Por otra parte los sistemas de potrero, milpa y tierras en descanso presentan valores bajos de fijación de carbono y bastante similares. Todos estos sistemas fijan menos carbono que el agrosistema café. Esta condición se debe a que esta forma de uso del suelo no cuenta con un componente arbóreo y por lo tanto la biomasa arriba del suelo depende de la contribución del cultivo y de las malezas y además hay poca contribución de materia orgánica al suelo. En cambio el agrosistema café basa una mayor eficiencia en la fijación de carbono en la presencia de árboles de sombra, las plantas de café, y en una mejor conservación del suelo.

En relación a la eficiencia se puede apreciar que los tres tipos de bosque analizados muestran una mayor eficiencia de fijación de carbono que el agrosistema café. En tanto que los otros sistemas presentados en el Cuadro 3 son menos eficientes en este proceso que el agrosistema café mostrando valores negativos.

De acuerdo con los valores de relación de otros sistemas/café, se puede observar que se requería 1.7

ha de cultivo de café para fijar una cantidad similar que el carbono fijado por una ha de bosque de Pinophytas, cerca de 3 ha para fijar lo mismo que una ha de bosque latifoliado maduro y 1.3 ha con relación a un bosque latifoliado secundario. Mientras tanto se requiere menos de una ha de cultivo de café para fijar la cantidad de carbono que se fijaría en un sistema de potrero, maíz o terreno en descanso.

Esto pone al agrosistema de café en una condición intermedia de ventaja en relación a la venta de fijación de carbono, ya que la línea base de la cual se partiría, podría estar en ventaja con aquellas áreas que se propongan para reforestación y a la vez con un manejo adecuado se podría aumentar la fijación de carbono acercándose más a lo que sucede en un bosque.

Pero adicionalmente debe hacerse notar aquí que el café es un agrosistema ya establecido y que en comparación con el bosque tiene una retribución económica a menor plazo, esto lo hace más atractivo para el uso de proyectos de implementación conjunta.

Este es un esfuerzo que se ha llevado a cabo para monitorear el potencial de captura de carbono del agrosistema café, sin embargo no es una metodología unificada a la utilizada en otros estudios, lo cual puede limitar su comparabilidad.

#### **6.4 METODOS DEL INSTITUTO WINROCK PARA CUANTIFICAR CARBONO**

El Instituto Internacional Winrock para el Desarrollo Agrícola, con sede en Arlington, Virginia, ha desarrollado una serie de métodos para ser usados en la cuantificación, monitoreo y verificación de la acumulación de carbono, en un ámbito comercial que incluye plantaciones forestales, bosques naturales manejados y sistemas agroforestales (15). A continuación se describen los métodos propuestos para la cuantificación en proyectos agroforestales:

Métodos originales propuestos por Winrock para ser validados en el campo (15).

##### **Cuantificar carbono en Sistemas Agroforestales**

###### **Mapeo del área**

1. Mapee el área ubicando todas las fincas de café en un mapa topográfico, consultando fotografías aéreas y además con la ayuda de información proporcionada por los habitantes.
2. Estratifique las fincas en grupos, de acuerdo a aquellas características fisiográficas que se considere

varían significativamente. Estas pueden ser suelo, drenaje, topografía o material parental.

3. Asigne un número a cada finca.

#### Selección de una muestra preliminar de fincas para determinar el tamaño de la muestra requerido

1. Usando los números asignados, seleccione al azar tres fincas por estrato. En estas fincas, se mide la biomasa acumulada arriba y abajo del suelo usando los métodos descritos a continuación. Calcular la varianza de los datos y este valor, úselo para estimar el número de fincas por estrato, que deberán muestrearse para estimar la acumulación de carbono al nivel de precisión deseado.

#### Selección de una muestra de fincas para la determinación de la biomasa acumulada

1. Usando los números asignados a cada finca y el tamaño de muestra de calculado en el paso anterior, seleccione al azar una muestra de fincas de cada estrato. Haga una lista de muestreo lo suficientemente grande, para que incluya varias opciones.
2. Ubique las fincas a ser muestreadas en el mapa topográfico. Este mapa, será muy útil para organizar efectivamente el esfuerzo de muestreo. Incluya los nombres de los dueños de la finca.

#### Contacto con los dueños

1. Antes del inicio del muestreo, haga contacto con los líderes comunitarios y con los oficiales.
2. Contacte a los dueños de finca en la lista de muestreo. Presénteles a los miembros del equipo de muestreo.
3. Describa qué es un inventario de carbono. Explíqueles la importancia de este muestreo y se les informa qué mediciones se llevarán a cabo.
4. pida permiso para inventariar la biomasa acumulada en sus fincas. Si alguno no diera permiso, se le agradece su atención y se le pregunta al dueño de la siguiente finca en la lista. La finca no autorizada se reemplaza con otra de la lista de opciones.
5. Se lleva a cabo una entrevista con el dueño de cada finca.

#### Ubicación del punto de referencia de la parcela

1. Se prepara un mapa de la finca en el formulario de ubicación del punto de referencia
2. Se determina la ubicación de cada una de las esquinas de la finca con la ayuda de una unidad GPS. Estos valores son registrados en el mapa.
3. Se estima la longitud y ancho aproximado de la finca y los valores se registran en el formulario de la



ubicación del punto de referencia.

4. La longitud y el ancho de la finca, se dividen a la mitad. Los valores se registran en el formulario de la ubicación del punto de referencia.
5. Se ubica la esquina sureste de la finca y caminando a lo largo del lado más largo de la finca, se mide una línea exactamente igual a la mitad del valor estimado anteriormente para la longitud de la finca. Se registra la distancia y el rumbo de la línea, en el formulario de ubicación del punto de referencia. Al punto final de esta línea se le conoce como el punto de vuelta.
6. Se pinta un anillo azul en el DAP del árbol localizado en el perímetro de la finca que esté más cercano al punto de vuelta.
7. En el punto de vuelta, se rota exactamente  $90^\circ$  en relación a la dirección del camino recorrido y hacia el interior de la finca. Se camina en esta dirección por una distancia igual a la mitad de la distancia medida para el ancho de la finca. Al punto final de esta línea, se le conoce como el punto de referencia de parcela (PRP). Registre la distancia exacta y el rumbo de la línea en el formulario de la ubicación del punto de referencia.
8. Se marca el punto de referencia, con una estaca de 40 cm. La estaca debe ser enterrada 30 cm. en el suelo y los últimos 10 cm. quedan sobre el suelo y se pintan de azul.
9. Se mide la distancia y rumbos exactos de este punto, a partir de dos árboles de referencia. Estos valores se registran en el formulario. La diferencia entre los rumbos de los dos árboles, debe ser aproximadamente  $90^\circ$ . Se pinta un anillo azul en el DAP de cada árbol. Registre la especie y el DAP de cada árbol de referencia en el formulario.
10. Se determinan las coordenadas del punto de referencia de parcela, con el GPS. Estas coordenadas se registran en el formulario.
11. una vez se haya seleccionado un tamaño de parcela, el mismo tamaño de parcela debe usarse en todas las parcelas durante todo el inventario de biomasa, sin importar el espaciamiento de los árboles encontrados en una finca en particular.

#### Ubicación de las parcelas

1. Si el tamaño de parcela para el inventario es de 1/20 ha o mayor, las siguientes distancia y rumbos serán usados para localizar cuatro parcelas en relación al punto de referencia de las parcelas (PRP):
  - La parcela 1 está ubicada 60.0 m del PRP en un rumbo de  $45^\circ$  NE
  - La parcela 2 está ubicada 20.0 m del PRP en un rumbo de  $135^\circ$  SE
  - La parcela 3 está ubicada 60.0 m del PRP en un rumbo de  $225^\circ$  SO

La parcela 4 está ubicada 20.0 m del PRP en un rumbo de 315° NO

2. Si el tamaño de la parcela para el inventario es de 1/40 ha o menos, entonces las siguientes distancias y rumbos se usarán para ubicar cuatro parcelas en relación al punto de referencia de las parcelas (PRP):

La parcela 1 está ubicada 45.0 m del PRP en un rumbo de 45° NE

La parcela 2 está ubicada 15.0 m del PRP en un rumbo de 135° SE

La parcela 3 está ubicada 45.0 m del PRP en un rumbo de 225° SO

La parcela 4 está ubicada 15.0 m del PRP en un rumbo de 315° NO

3. Si el centro de la parcela o más del 25% del área de la parcela, se encuentran fuera del perímetro de la finca, no se estableced una parcela en este punto. En su lugar, se trata de instalar una parcela en otro punto alternativo. La primera alternativa, es la parcela 5. si ésta cae fuera de la finca, la siguiente alternativa es la parcela 6, después la 7 y finalmente la parcela 8.
4. Se instala la estaca de la cuerda en el centro de la parcela
5. Se marca el centro de la parcela con un banderín que indique el número de la parcela

#### **Inventario de los tallos leñosos > 2.0 cm en DAP**

1. Comenzando en el Norte y moviéndose a favor de las manecillas del reloj, se registran la altura, el DAP y la especie de todos los tallos > cm de DAP que se encuentren dentro de la parcela. Los datos se registran en el formulario de biomasa de tallos leñosos.
2. Para los árboles que se encuentren en los límites de la parcela, si más de la mitad del tronco cae dentro de la parcela, el árbol se cuenta. Si más de la mitad del tronco cae fuera de la parcela, entonces el árbol no se toma en cuenta. Si el límite de la parcela coincide con el centro del árbol, se tira una moneda. Si cae cara, el árbol se cuenta, si cae escudo el árbol no se cuenta.
3. La distancia corregida de la pendiente, debe ser calculada para los árboles en el límite de la parcela y también para árboles que se encuentran justo afuera de la parcela si la pendiente es mayor que el 20%. Para hacer esto, determine el ángulo de la pendiente desde el centro de la parcela hacia el árbol en cuestión, con un clinómetro. Después, multiplique el coseno del ángulo (provisto en un atabla impresa en el clinómetro) por la distancia aparente. El valor resultante es la verdadera distancia horizontal. Use este valor para determinar si el árbol está dentro o fuera de la parcela.

#### **Inventario de hierbas, hojarasca, suelo y tallos leñosos menores que 5.0 cm de DAP**

**Este inventario se hará en el siguiente orden:**

1. vegetación herbácea
2. hojarasca
3. suelo

**procedimiento:**

1. Comenzando en el extremo norte de la parcela, se escoge un punto a 1 m de distancia del extremo de la parcela hacia adentro. Este será el primer lugar de muestreo para la vegetación herbácea, la hojarasca y el suelo.
2. Se coloca en el suelo un marco de muestreo con su extremo exterior, a un metro de distancia del límite de la parcela. En el muestreo se debe incluir solamente la vegetación que tiene su origen dentro del marco de muestreo. La vegetación que se encuentre dentro del marco pero se origine fuera de éste, no será tomada en cuenta. La vegetación que se origine dentro del marco y se extienda hacia afuera, si será tomada en cuenta.
3. Se corta la vegetación herbácea y la pequeña vegetación leñosa que tenga un DAP menor a 5.0 cm y se coloca en la bolsa de muestreo, se pesa y se anota el peso. Aleatoriamente, se escoge una pequeña submuestra (p. ej. lo que le quepa en la mano) de esta vegetación y se guarda en una bolsa de papel numerada para la determinación del contenido de humedad.
4. Colecte la hojarasca encontrada en el mismo sitio de muestreo, colóquela en la bolsa de muestreo, pese y anote el peso. Mezcle la muestra bien y escoja una pequeña submuestra (p. ej. lo que le quepa en la mano) de esta hojarasca y colóquelo en una bolsa de papel para determinar el contenido de humedad.
5. Colecte una muestra de suelo con un barreno o pala para el análisis del carbono en el suelo, póngalo en un plástico, ciérnalo con una malla de 5 mm, mezcle bien con otras muestras de suelo, escoja aleatoriamente una muestra y colóquela en una bolsa numerada para determinar el contenido de carbono.
6. Proceda en el sentido de las manecillas del reloj, hacia el próximo sitio de muestreo dentro de la parcela.

## **6.5 OFICINA GUATEMALTECA DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA (OGIC)**

### **6.5.1 Creación de la Comisión Guatemalteca de Implementación Conjunta**

La Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta (OGIC) fue creada bajo el acuerdo gubernativo 474-97, del 20 de junio de 1997. Para ello se tomo en consideración que "... Es obligación del Estado adoptar las medidas necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos

naturales en forma eficiente; y que de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios de Derecho Internacional, los países tienen el derecho soberano de explotar sus recursos naturales conforme a sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar porque las actividades que se realicen dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daño al medio ambiente de otro Estado, ni a zonas que estén fuera de la Convención Marco de la Organización de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático...”

“Considerando que el desarrollo de iniciativa de Implementación Conjunta es uno de los compromisos contenidos en la Declaración Conjunta de Centroamérica y de Estados Unidos de América - CONCAUSA- en el capítulo correspondiente a energía, suscrita por los presidentes de los países, durante la celebración de la cumbre de las Américas en diciembre de 1994...”

“Considerando que Guatemala participó y firmó en junio de 1995, en San José, Costa Rica, la Declaración de Intención de Cooperación para el Desarrollo Sostenible y la Implementación Conjunta Dirigida a la Reducción de Emisiones de Gases Productores del “Efecto Invernadero” de los gobiernos de los Estados Unidos de América y de Belice, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá; con la preocupación de que el constante deterioro del entorno debe ser contrarrestado de manera pronta, se reduzcan las emisiones de gases productores del “Efecto Invernadero” adoptando las medidas compatibles con la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.”

Acuerda:

Crear la Comisión Nacional de Implementación Conjunta para dar el seguimiento de los proyectos de Implementación Conjunta tendientes a garantizar la reducción de emisiones contaminantes que provoca el efecto invernadero (6).

#### 6.5.2 Fines de la comisión

Esta comisión tiene por objeto dar seguimiento técnico a los proyectos de Implementación Conjunta que garanticen el desarrollo compatible con la preservación de nuestro entorno y el uso racional de los recursos naturales, propiciando un conjunto armonizado de acciones que mejoren las condiciones de vida de los guatemaltecos y, faciliten el desarrollo de los proyectos autorizados bajo el Convenio Marco de Cambio Climático y basados en los acuerdos internacionales sobre Implementación Conjunta cuyo propósito es reducir, evitar o desplazar las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero, lo que incluye:

1. El uso sostenible de los recursos naturales renovables con fines energéticos.
2. La conservación, restauración y promoción de proyectos productivos con manejo sostenible, especialmente en áreas que promuevan la conservación de la biodiversidad y la protección de ecosistemas, dentro de una política de desarrollo de los servicios y programas ambientales.
3. El apoyo a proyectos que promueven mejorar los procesos de emisiones de gases productores del efecto invernadero y la contaminación ambiental.
4. El uso productivo y eficiente de la energía.
5. El intercambio de información relativa a la actividad forestal sostenible y las tecnologías energéticas.
6. Combinación de las actividades señaladas entre si u otras que la Comisión determine (6).

### **6.5.3 Integración de la comisión**

La Comisión para cumplir con sus fines y objetivos, estará integrada por un representante titular y un suplente de las entidades siguientes:

- Ministerio de Energía y Minas
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
- Comisión Nacional de Medio Ambiente
- Fundación para el Desarrollo de Guatemala
- Asociación Nacional de las Organizaciones no Gubernamentales de los Recursos Naturales y Medio Ambiente
- Un representante de todas las Universidades del país (6).

### **6.5.4 Funciones y atribuciones de la Comisión**

1. Evaluar y aprobar los proyectos de Implementación Conjunta que se propongan bajo el Convenio Marco de Cambio Climático y basados en los acuerdos internacionales sobre Implementación Conjunta.
2. Facilitar el desarrollo de los proyectos de Implementación Conjunta certificados.
3. Gestionar y apoyar el establecimiento de fuentes multilaterales de financiamiento complementadas con mecanismos financieros del sector privado y de otras entidades que permitan el funcionamiento adecuado de la Comisión.
4. Participar en la formulación de estrategias para definir la posición guatemalteca ante la convención Marco de Cambio Climático, con el propósito de lograr una estrategia internacional coherente con las actividades e intereses nacionales.

5. Definir las políticas y lineamientos de Implementación Conjunta por el sector concordante con las acciones políticas nacionales de desarrollo.
6. Promover convenios bilaterales de Implementación Conjunta.
7. Generar e intercambiar información sobre Implementación Conjunta.
8. Identificar y analizar las opciones de Investigación de Cambio Climático en los diferentes sectores.
9. Mercadeo de proyectos de Implementación Conjunta.
10. Desarrollar los mecanismos financieros para canalizar los proyectos de Implementación Conjunta.
11. Las demás funciones y atribuciones que le fijen las leyes, reglamentos o disposiciones gubernamentales relativas a la Implementación Conjunta (6).

Debe hacerse notar que aunque la Comisión se creó en el año 1997, esta ya venía funcionando desde 1996 con el nombre de Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta (OGIC), nombre con el cual se le sigue conociendo.

Así pues, este es el marco legal para poder desarrollar un proyecto de venta de oxígeno, también debe de anotarse que de acuerdo con el decreto de su creación, se faculta a los Ministerios de Energía y Minas y Agricultura, Ganadería y Alimentación para que emitan las certificaciones gubernamentales de los proyectos de Implementación Conjunta.

## **6.6 ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA**

### **6.6.1 Características de un Proyecto de Implementación Conjunta:**

La implementación debe ser fácil y flexible, debe ser integral más que individual, con el objetivo de equitatividad y prevención de fugas de CO<sub>2</sub>; es importante persuadir a aquellos individuos que amenacen el proyecto, como los cortadores clandestinos de madera.

Para que un proyecto de fijación de carbono sea aprobado nacional e internacionalmente de acuerdo a las posiciones del mercado de carbono, donde todo parece que las condiciones favorecen al comprador, los proyectos deben ser económica y técnicamente viables, de gran potencial de fijación de carbono, basados en la sustentabilidad de secuestro de CO<sub>2</sub> y una estabilidad organizacional; que genere beneficios locales a favor de las personas de las comunidades, provocando desarrollo rural y protección y/o regeneración de los recursos naturales (20).

## 6.6.2 PASOS PARA ELABORAR UN PROYECTO DE FIJACIÓN DE CARBONO

### a) Estudio de factibilidad

- Descripción general del área

Se debe de ubicar y delimitar el área de interés para el estudio, su extensión, número de habitantes, cubierta vegetal, etc.

- Reconocimiento de la comunidad

Determinar como están integrados los habitantes, grupos de interés (religiosos, políticos, de producción, de género, etc.) dentro de las comunidades.

- Reconocimiento ecológico

Evaluar el plan tomando en cuenta su aplicación técnica, el impacto social y medio-ambiental, así como el potencial de captura de carbono que representan los diferentes sistemas forestales y agroforestales.

### b) Promoción y capacitación

A través de reuniones o asambleas generales se puede dar a conocer el proyecto y apreciar el interés de la comunidad que tiene. Es recomendable que entre las personas se seleccione las más idóneas para fungir como promotores del proyecto para ello de preferencia deben ser jóvenes, bilingües en el caso de comunidades indígenas y con una mínima educación formal. Es importante identificar a personas mayores de prestigio para promover y convencer a los demás de los beneficios del proyecto. A través de cursos cortos y visitas se pueden incorporar elementos de orden técnico, social y económico.

### c) Determinación de la línea base

La línea base se determina mediante el levantamiento de un inventario de carbono.

### d) Plan de incremento de secuestro de CO<sub>2</sub> (adicionalidades)

Se define la estrategia respecto a las adicionalidades. Por ejemplo, se puede proponer para incrementar la fijación de carbono, trabajar con el sistema agroforestal Taungya que consiste en la siembra de árboles maderables intercalados con cultivos anuales, cercos vivos o implementar nuevos agrosistemas como el café bajo sombra.

### e) Monitoreo

Existen dos tipos de monitoreo: interno y externo.

El monitoreo interno se lleva a cabo por representantes de la comunidad visitando a todos los

beneficiarios para verificar el cumplimiento de los compromisos.

El monitoreo externo lo efectúa una agencia independiente contratada por el comprador del proyecto para medir las adicionalidades.

f) Verificación

La verificación la efectúa una agencia independiente (16).

## **6.7 PROCESO RECEPCIÓN, EVALUACIÓN, APROBACIÓN Y SEGUIMIENTO DE UN PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA**

### **6.7.1 Recepción de proyectos**

El documento del proyecto debe ser presentado en la Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta (OGIC), durante todo el año.

La preparación y presentación del proyecto debe ajustarse a las guías oficiales (Apéndice 1); las cuales pueden ser adquiridas en la OGIC y deberá entregarse para su revisión una versión en español y una en inglés, ambas con original y una copia.

En término de tres días se verifican los requisitos y se nombra un profesional miembro de la OGIC quien evalúa el proyecto y en término de cinco días se informará al proponente si falta algún requisito o información específica.

El proponente debe presentar la información que falta en un término de cinco días, para que se pueda continuar con el procedimiento.

Si se cumple a satisfacción con los requisitos formales, se continuará con la evaluación formal y registrará el formulario y se archivará tanto en forma física como electrónica.

De no presentarse la documentación e información solicitada dentro del plazo otorgado, o si la misma se presenta en forma incompleta o no se ajusta a lo requerido, los proyectos entraran en alguna de las siguientes categorías:

- Ampliados

Son los proyectos en los que es necesario aumentar el ámbito de los datos del documento presentado.



- Reformulados

Son aquellos donde se necesita retomar los datos, cambiar una sección del todo, hacer correcciones de fondo, ya que el proyecto no sería factible, con los datos presentados.

Estos dos casos tienen la posibilidad de calificar una vez que se llenen los requisitos.

- Siguiete Ronda

En el caso de no entregar la información solicitada en el plazo indicado, podrá dejarse para la siguiente ronda de calificación. El proyecto será tomado en cuenta para la siguiente ronda, siempre que el proponente esté de acuerdo, para lo cual procederá a entregar la documentación pertinente e inicia nuevamente el trámite.

- No califica

Cuando el proyecto no aplique todo para implementación conjunta, o sea que no presenta medidas para reducir, evitar o fijar gases efecto invernadero en los términos señalados en las normas, será devuelto al proponente en un término de tres días (17).

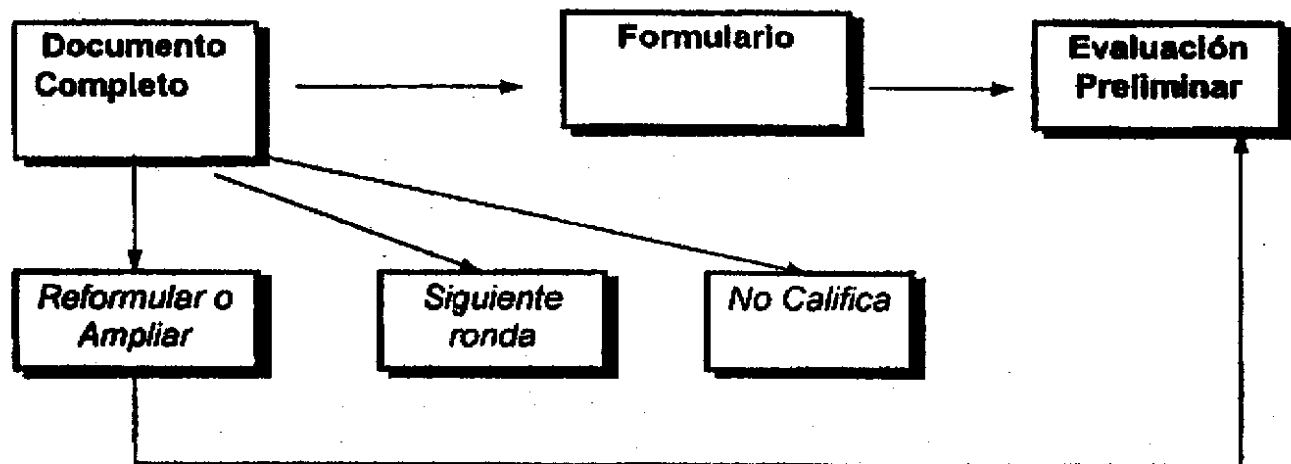


Figura 5. Proceso de recepción de proyectos de implementación conjunta

### 6.7.2 Evaluación formal y aprobación

En un plazo de tres semanas se designan dos profesionales analistas del equipo de ONDD para la

revisión del proyecto, quienes emitirán inicialmente criterios por separado y entregarán conjuntamente un solo informe. Durante el período de evaluación, el proponente del proyecto deberá atender oportunamente las consultas y aclaraciones que soliciten los analistas.

Si por la naturaleza del proyecto se considera que falta criterio técnico en la OGIC para la evaluación podrá acudir a asesores externos, consultorías, acuerdos interinstitucionales o voluntarios ad honorem.

Luego se realiza una revisión por una comisión conformada por los dos analistas, el director y el coordinador general de la OGIC.

Los proyectos que cumplen con todos los requisitos son aprobados, en cuyo caso se elabora una carta de recomendación dirigida al Ministerio de Energía y Minas o al de Agricultura Ganadería y Alimentación notificando que el proyecto cumple con lo establecido. El proponente será responsable de la traducción del documento al idioma inglés o el idioma requerido, y luego será enviado a la oficina contraparte de implementación conjunta (17).

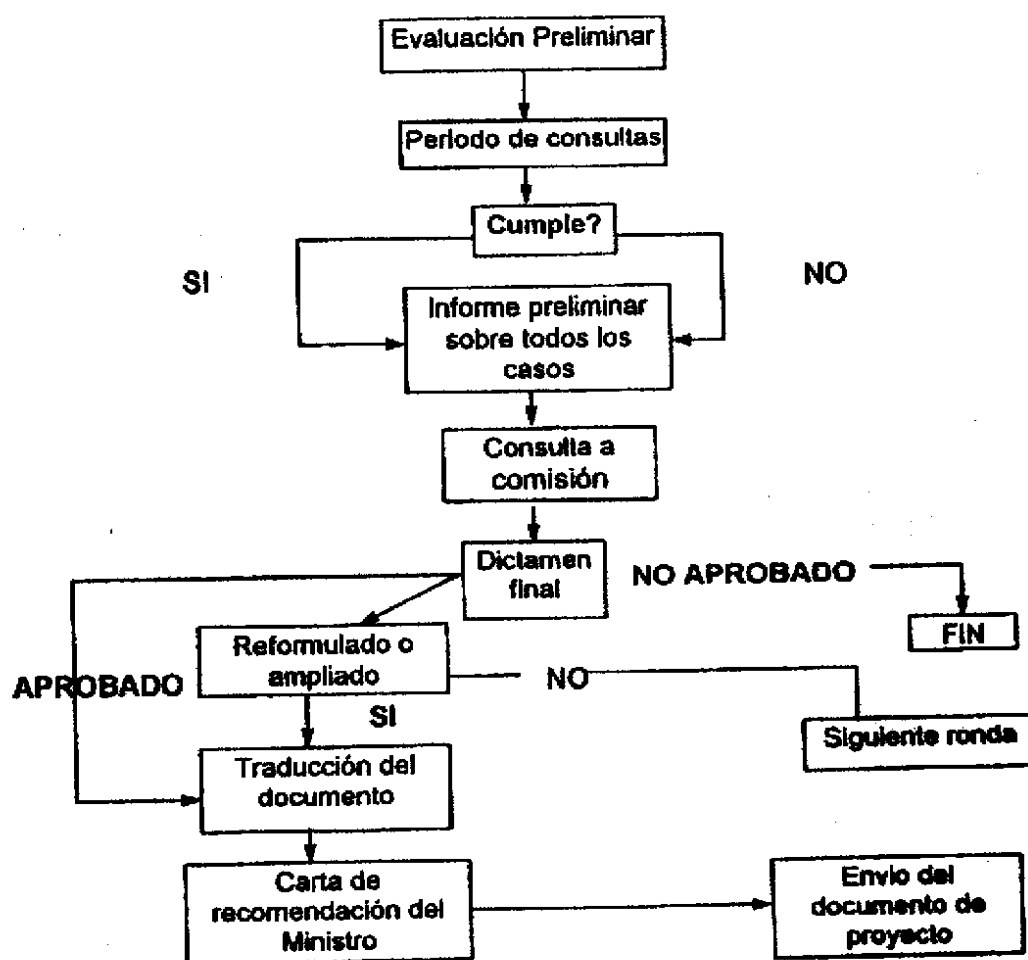


Figura 6. Etapas en la evaluación y aprobación de proyectos de implementación conjunta.

### **6.7.3 Seguimiento**

La oficina contraparte de implementación conjunta a través de un panel evaluador conocerá el proyecto y enviará al proponente las consultas, de toda la correspondencia se enviará copia a la OGIC (Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta). Los proyectos no aprobados tendrán la posibilidad de ser presentados nuevamente siempre que la oficina contraparte indique esa opción.

Si el proyecto es aprobado por la oficina contraparte de implementación la OGIC sigue los siguientes pasos:

- Registro de títulos emitidos.
- Registro de créditos acumulados en fijación o reducción de gases.
- Revisión de informes anuales; y
- Establecimiento de un plan de monitoreo del proyecto, según las responsabilidades indicadas para el gobierno de Guatemala en la propuesta aprobada.

A este nivel las responsabilidades del proponente son:

- Ejecución del proyecto.
- Envío de informes anuales dirigidos inicialmente a la OGIC para su revisión.

Terminada la negociación entre el socio y el proponente, este último informará a la OGIC los términos finales, la fecha de inicio, el cronograma definitivo y el nombre de los verificadores externos (17).

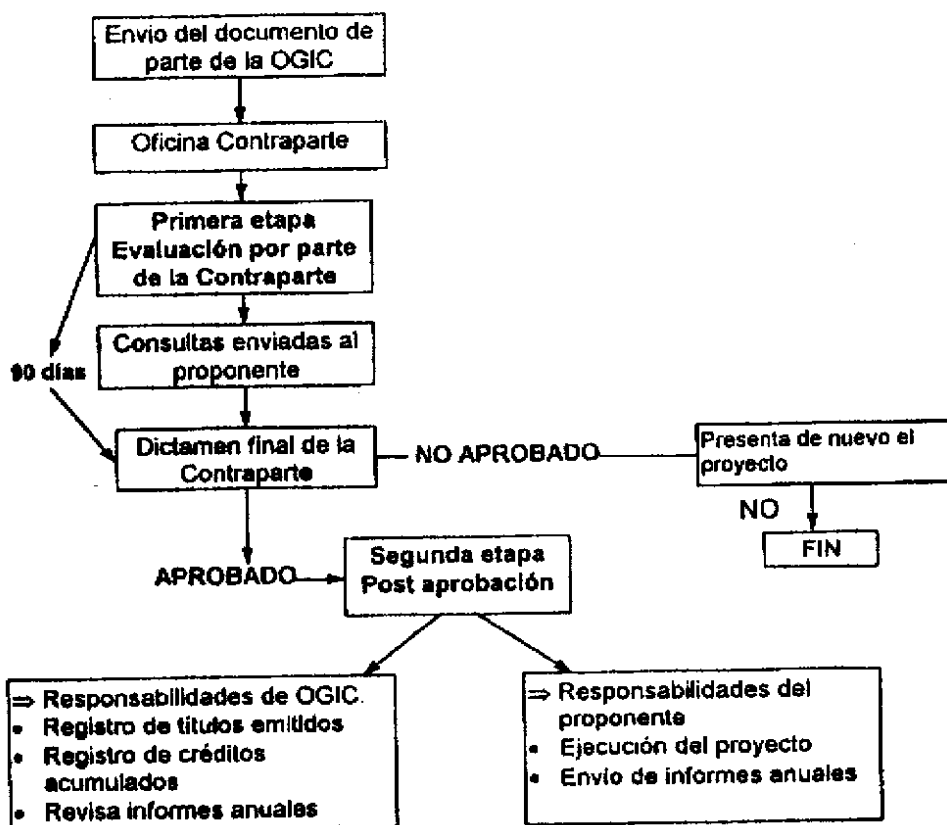


Figura 7. Proceso de seguimiento de un proyecto de implementación conjunta.

## 6.8 CONSIDERACIONES SOBRE LOS PROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA EN EL CULTIVO DEL CAFÉ

Tomando en cuenta el estado de las negociaciones internacionales en el tema, que data desde inicios de la década de los años ochenta, se considera necesario fortalecer el nivel de participación del país en las deliberaciones actuales sobre la inclusión de actividades de uso del suelo dentro de los mandatos de los nuevos esquemas de mecanismos financieros que mitigan el cambio climático. Es importante concretar una posición estratégica nacional al igual que ya lo está haciendo Costa Rica (6, 20), con respecto al tema de la justificación de las adicionalidades que brinda el sistema cafetalero.

Se debe considerar como prioritaria la identificación de los potenciales mercados nichos de los cuales

los proyectos de este tipo puedan trabajar su acceso al mercado del carbono. Paralelo a esto es necesario entender claramente las categorías de riesgos de proyectos en sus niveles organizacionales, técnicos, de mercado y financieros que permitan a las autoridades nacionales desarrollar estructuras y mecanismos de apoyo concreto a este tipo de proyectos. El entendimiento de los riesgos a su vez permitirá a los posibles desarrolladores de proyecto entender claramente la dinámica del mercado y poder medir el nivel del esfuerzo para concebir y dar seguimiento a sus proyectos.

Tomando en cuenta el potencial de la caficultura nacional para fijar carbono y las condiciones de la misma, se considera necesario definir un tipo de proyecto sombrilla que permita a los agricultores lograr reducción en los costos de intermediación-facilitación-organización y que además posibilite negociaciones en bloque ante los compradores.

Se debe contar con una adecuada coordinación interinstitucional que se refleje en un marco de formulación de políticas flexibles pero que apoyen decididamente el desarrollo de proyectos en este campo. Se debe reconocer que el país ha realizado esfuerzos que se reflejan en la puesta en marcha de la Oficina Nacional de Implementación Conjunta., sin embargo hace falta un marco nacional en este tema que trascienda el concepto de proyecto puntual, apoyando la generación de posiciones nacionales ante líneas base, estimaciones de los comportamientos de los sumideros e inventarios de carbono en el país en especial en agrosistemas como el del café.

Pero para facilitar un lugar seguro en este mercado no se debe perder de vista que el cultivo del café se debe llevar a cabo en el marco del desarrollo sostenible como una posible forma de poder asegurar flujos económicos, sociales y ambientales que permitan a su vez asegurar equidad intergeneracional tomando en cuenta los largos períodos de tiempo en que ocurren las interacciones del carbono en la sociedad.

Por lo tanto debe haber una discusión y conjunción sobre las políticas sectoriales agrícolas y las relativas al medio ambiente para crear señales adecuadas al sector cafetalero para lograr implementar la idea y formular un Proyecto Nacional de Carbono y Café Sostenible.

Es también necesario el apoyo en la formulación de proyectos y desarrollo de estudios de factibilidad e investigación para proyectos de captura de carbono.

En el sector cafetalero se debe fortalecer la capacidad para proponer, diseñar y ejecutar proyectos de cambio climático. Se deben desarrollar estudios complementarios relativos a la generación de líneas base para la agricultura nacional cafetalera, así como la generación de la capacidad de determinación de perfiles de proyecto usando sistemas de información geográfica que permitan al productor cafetalero estimar y refrendar rápidamente sus cálculos de adicionalidad de carbono en el manejo de sus agrosistemas.

Aparte del trabajo de sondeo sobre el potencial de fijación de carbono por el agrosistema café en Guatemala, llevado a cabo por ANACAFE como se indico en la sección 6.2, otras organizaciones tales como la Fundación Solar TechnoServe están trabajando actualmente un plan piloto para diseñar una metodología de implementación para futuros proyectos de carbono con pequeños productores en sistemas agroforestales, el cual se está llevando a cabo en el área del municipio de San Juan La Laguna, Sololá en una área de 615 ha, se ha medido el potencial de fijación de carbono y la meta es llegar a una captura de carbono de 49,500  $\text{tC}/25$  años (12). Actualmente el proyecto se encuentra en las fases de validación de la información generada, cálculo de los costos de captura de carbono, desarrollo de un modelo de gestión administrativa y financiera del proyecto, implementación de un plan de apoyo y extensión agroforestal y formulación de mecanismos para replicar y acceder al mercado para proyectos de participación social.

Definitivamente estos son avances que se ha logrado y debe buscarse la manera que se fomente un mayor intercambio que redunde en mejores propuestas de proyectos que introduzcan componentes sociales de adicionalidad, ya que como se menciono anteriormente uno de los componentes de un proyecto de implementación conjunta es tomar en cuenta a la comunidad que va a participar en el proyecto a través un mayor fortalecimiento sobre la valoración de los servicios ambientales a nivel local y regional que ofrece el agrosistema café. Su participación activa se va a reflejar en una mejora del servicio ambiental que se esta prestando.

También es importante validar y unificar metodologías, tanto para la medición como para el monitoreo y verificación. En este proceso tienen un papel importante las universidades y centros de investigación para apoyar la credibilidad científica a nivel internacional.

A nivel de finca no todos los productores de café conocen detalles tales como el tamaño mínimo de proyecto, rentabilidad, el tiempo mínimo de duración del proyecto y las metodologías para realizar estimaciones de la fijación de carbono (12). En el caso del tiempo mínimo de duración del proyecto debe

contemplarse que estos son a largo plazo y un caficultor que decida involucrarse en ellos debe considerar el riesgo que corre por las fluctuaciones del precio internacional del café, que influyen en el manejo que pueda dar a su plantación.

En relación con las mediciones de fijación de carbono a nivel local es importante definir parámetros nacionales de medición así como los criterios necesarios para realizar un programa de mediciones y a su vez recomendar el fortalecimiento de la capacidad local de medición así como el entrenamiento de técnicos y profesionales en este campo.

## **7. CONCLUSIONES**

- 7.1 En Guatemala se cultivan actualmente 262,500 hectáreas de café bajo un sistema que permite el desarrollo de proyectos de fijación de carbono o implementación conjunta como un medio para valorizar económicamente algunos de los servicios ambientales que brinda este agrosistema.**
- 7.2 Para que el sector cafetalero de Guatemala siga siendo un elemento clave en la economía del país, es necesario incorporar estrategias de sostenibilidad y productividad y desarrollar esfuerzos coordinados entre productores con miras a obtener mayores flujos de ingresos adicionales a través de proyectos de implementación conjunta.**
- 7.3 En Guatemala no se ha ejecutado ningún proyecto de implementación conjunta, los proyectos elaborados aun están en proceso de evaluación y aprobación.**



## **8. RECOMENDACIONES**

**8.1 La Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta debe apoyar esfuerzos de divulgación y capacitación que permitan generar proyectos específicos de fijación de carbono en diversos agrosistemas nacionales y la creación de un plan nacional de mediciones y estimaciones de fijación de carbono que clasifique por zona de vida y tipo de plantación.**

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, J.; E. LÓPEZ y B. MEDINA. 1998. Experiencias de Guatemala en la fijación de carbono en el muestreo. 9° Congreso Nacional de la Caficultura. ANACAFE. Guatemala. 16 p.
2. ANACAFE. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
3. \_\_\_\_\_. 1999. Manejo integrado de la broca del café. Guatemala. s.p.
4. BEER, J. 1999. Oportunidades para fomentar la agroforestería en al caficultura. X Congreso Nacional de la Caficultura. ANACAFE. Guatemala. s.p.
5. BERTRAND, B. y B. RAPIDEL (Eds.). 1999. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. Centro de Cooperación Internacional de Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD). San José, Costa Rica. 496 p.
6. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATAMALA. 1999. Implementación Conjunta. Estudio de Antecedentes. Comisión de Apoyo Técnico Legislativo. Guatemala. 79 p.
7. CURTIS, J. 1998. New partnerships for sustainable development; the clean development, mechanism under the Kyoto protocol. Paris, International Energy Agency. 10 p.
8. DOPAZO, E. 1998. Implementación conjunta: un proyecto ambiental rentable. 9° Congreso Nacional de la Caficultura. Guatemala. s.p.
9. EDWARDS, A., M. J. 1998. Visita al proyecto de desarrollo forestal sustentable: captura de carbono en las zonas Tzeltal y Tojobal del estado de Chiapas, México; reporte de trabajo. Chiapas, México, Instituto Nacional de Ecología. s.p.
10. FIGUERES, C. A. 1996. Ejecutando la implementación conjunta; una guía para establecer programas nacionales de implementación conjunta. s.l.s. Centro para el Desarrollo Sostenible de

las Américas. 70 p.

11. FOUNIER, L. 1996. Fijación de carbono y diversidad biológica en el agrosistema cafetero. IICA, Boletín Promecafé. (C.R.) no.4: 7 - 13.
12. FUNDACIÓN SOLAR, *et al.* 1998. Fijación de carbono en sistemas cafetaleros. Memoria de la sesión de trabajo. Guatemala. 20 p.
13. LOPEZ, E. 1997. La sostenibilidad en el café, un enfoque tecnológico amigable con el medio ambiente. 8° Congreso Nacional de la Caficultura. ANACAFE. Guatemala. 12 p.
14. MAC DICKEN, K. 1996. A guide to monitoring storage in forestry and agroforestry projects. Arlington, Winrock International Institute for Agricultural Development. p. 90.
15. MARQUEZ BARRIENTOS, L. I. 1997. Validación de campo de los métodos del Instituto Winrock para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo para cuantificar carbono en sistemas agroforestales. Tesis Ing. For. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Ciencias Agrícolas e Ingeniería Forestal. 45 p.
16. MONTOYA, C. *et al.* 1995. Desarrollo forestal sustentable: captura de carbono en las zonas Iseltal y Tojolabal del estado de Chiapas. Chiapas, México, Instituto Nacional de Ecología, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Cuadernos de Trabajo no. 4. 76 p.
17. OFICINA GUATEMALTECA DE IMPLEMENTACIÓN CONJUNTA. 1998. Procedimientos OGIC. Guatemala. 11 p.
18. ODUM, P. E. 1986. Fundamentos de Ecología. Editorial Interamericana. México. p 145-150.
19. PONCE, O. 1997. Tecnología que minimiza el impacto ambiental causado por los subproductos del café. 8° Congreso Nacional de la Caficultura. ANACAFE. Guatemala. s.p.
20. PRATT, L. 1998. La competitividad de Centroamérica en futuros mercados de carbono. Guatemala,

Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible. s.p.

21. RICE, R. 1997. El café y el medio ambiente: aprovechando la biodiversidad. 8° Congreso Nacional de la Caficultura. ANACAFE. Guatemala. s.p.
22. TORMANAND, M.; DARMSTADTER, J; FIROR, J. 1997. Implementación Conjunta. (<http://www.rff.org/Resoures/climte.hym>).

## 10. APÉNDICE

FORMULARIOS PARA LA PRESENTACIÓN DE UN PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN  
CONJUNTA

**BOLETA 1. COMPROBACION DE REQUISITOS FORMALES**

**OFICINA GUATEMALTECA  
DE IMPLEMENTACION CONJUNTA**

**COMPROBACION  
DE REQUISITOS FORMALES**

**1. Datos generales**

Título del proyecto.....  
Responsable.....  
Dirección.....  
Teléfono..... Fax.....

**2. Requisitos: MARQUE CON UNA X**

- Carta de solicitud ( )
- Certificación de personería jurídica (cuando lo amerite) ( )
- Carta de intenciones o declaración de interés del o los inversionista (s) ( )  
incluyendo: Socio de inversión y Socio del Carbono.

Participantes en el proyecto	Si	No
Resumen	Si	No
Inversionista extranjero	Si	No
Aporte nacional	Si	No
Cálculos sin medidas	Si	No
Cálculos con medidas	Si	No
Monitoreo	Si	No
Verificación	Si	No
Pertinente con las leyes	Si	No

---

Fecha: .....  
Recibido por: .....  
Revisado por: .....  
Evaluadores: .....  
Observaciones: .....  
.....  
.....

**BOLETA 2. FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS**

**OFICINA GUATEMALTECA DE IMPLEMENTACION CONJUNTA**

**Formulario para la presentación de proyectos**

1. Título del Proyecto:.....

2. Resumen:.....

.....

.....

.....

3. Objetivos: .....

.....

4. Fecha propuesta de inicio:..... 5. Duración estimada del Proyecto: .....

.....

6. Contraparte:.....

.....

7. Inversión total: .....

.....

8. Aporte nacional (%)                      Aporte externo (%)

.....

.....

9. Nombre del proponente:.....

.....

10. Teléfono: ..... Fax: .....

.....

11. Dirección: .....

.....

12. Nacionalidad del proponente: .....

.....

13. Número de Cédula o Pasaporte: .....

.....

14. Personería jurídica: .....

.....

15. Persona (s) contacto: .....

.....

Espacio para uso de la Oficina

Fecha de presentación:..... Califica: Si ..... No .....

Aprobado por:.....

Fecha de aprobación:..... Siguiete ronda: ..... Reformular: .....

Evaluadores:..... Ampliar: .....

**OFICINA GUATEMALTECA  
DE IMPLEMENTACION CONJUNTA**

**Proyecto:** .....

**Complete la siguiente información**

.....

.....

.....

**Espacio para uso de la Oficina**

**Nombre:** .....

**Fecha de entrega:** .....

**Revisado por:** .....

**Recibido por:** .....

**Observaciones:** .....

.....

.....

**Espacio para el interesado**

**Revisado por:** .....

**Recibido por:** .....

**Evaluadores:** .....

.....

.....

**Fecha de entrega:** .....

**Fecha de recibido:** .....

---





**OFICINA GUATEMALTECA  
DE IMPLEMENTACION CONJUNTA**

**6. Apoyo**

Las obligaciones dentro del CMCC	Si ( )	No ( )
Capacitación local	Si ( )	No ( )
Beneficios locales	Si ( )	No ( )
Prevee medidas para disminuir las consecuencias adversas	Si ( )	No ( )

Observaciones:-----  
-----

**7. Describe los beneficios**

Si ( ) No ( )

Observaciones:-----  
-----

Participación de la comunidad local	Si ( )	No ( )
Beneficios ambientales adicionales	Si ( )	No ( )
Creación de capacidad	Si ( )	No ( )
Transferencia de tecnología	Si ( )	No ( )

**8. Línea base:**

Supuestos e información. Es aceptable? Si ( ) No ( )

Observaciones:-----  
-----

Metodología

Es aceptable? Si ( ) No ( )

**9. Monitoreo**

Son las técnicas adecuadas? Si ( ) No ( )

Observaciones:-----  
-----

**10. Verificación**

Son los mecanismos propuestos aceptables? Si ( ) No ( )

Observaciones:-----  
-----

**11. Plan de trabajo**

a corto plazo Si ( ) No ( )

Aceptable Si ( ) No ( )

Cronograma Si ( ) No ( )

Observaciones:-----  
-----

**OFICINA GUATEMALTECA  
DE IMPLEMENTACION CONJUNTA**

**12. Plan de trabajo**

a largo plazo	Si ( )	No ( )
Acceptable	Si ( )	No ( )
Cronograma	Si ( )	No ( )

Observaciones: .....

.....

**13. Análisis de factibilidad financiera**

Inversión extranjera

Es adicional a las obligaciones de las Partes del Anexo II de la CMCC?

Si ( )      No ( )

Es adicional a los programas de cooperación o desarrollo del país del inversionista ?

Costos estimados	Si ( )	No ( )
Costos de operación del proyecto	Si ( )	No ( )
Se desglosan las contribuciones de los proponentes	Si ( )	No ( )

Observaciones: .....

.....

**14 Factibilidad:**

Es congruente el apoyo institucional con la infraestructura existente?

Gubernamental	Si ( )	No ( )
No gubernamental	Si ( )	No ( )
Privada	Si ( )	No ( )
Infraestructura	Si ( )	No ( )

Observaciones: .....

.....

**15. Confiabilidad y credibilidad de los participantes**

Observaciones: .....

.....

.....

.....

**OFICINA GUATEMALTECA  
DE IMPLEMENTACION CONJUNTA**

**Conclusiones:** .....

.....

.....

.....

.....

.....

**Aprobado:** .....

**No aprobado:** .....

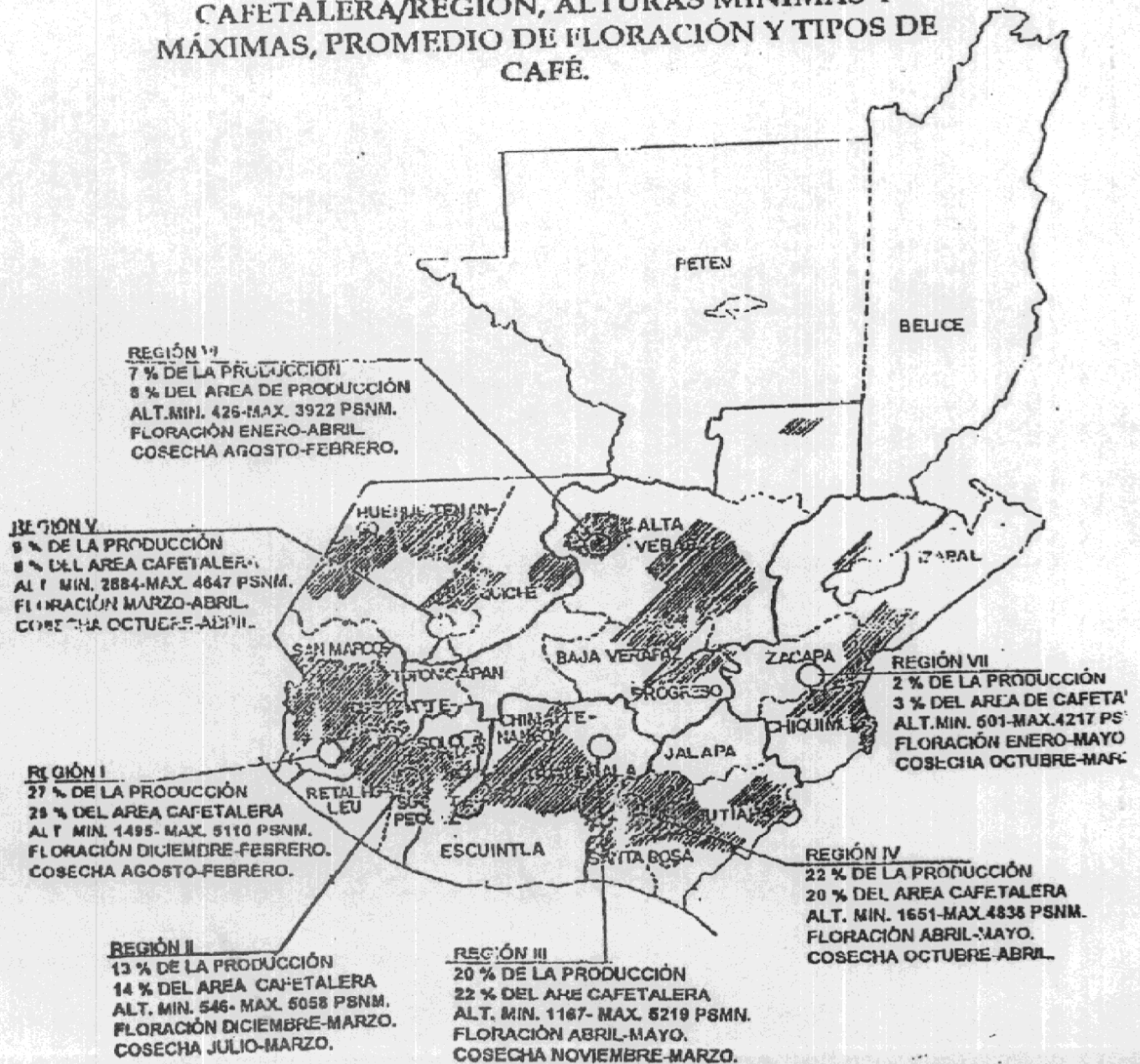
**Siguiente ronda:** .....

**Reformular:** .....

**Ampliar:** .....

**MAPA 1. REGIONES CAFETALERAS DE GUATEMALA  
PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN Y AREA CAFETALERA/REGION,  
ALTURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS, PROMEDIO DE FLORACION Y  
TIPOS DE CAFE**

**REGIONES CAFETALERAS DE GUATEMALA  
PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN Y AREA  
CAFETALERA/REGION, ALTURAS MÍNIMAS Y  
MÁXIMAS, PROMEDIO DE FLORACIÓN Y TIPOS DE  
CAFÉ.**



Fuente: ANACAFE (13)



Guatemala 9 de mayo de 2000

FACULTAD DE AGRONOMIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12  
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

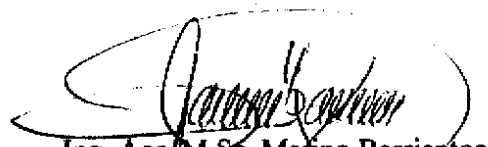
Ingeniero Agrónomo  
Alvaro Gustavo Hernández Dávila  
Director del IIA  
Facultad de agronomía

Ingeniero Hernández:

En cumplimiento del nombramiento que el Instituto de Investigaciones Agronómicas me hiciera, por este medio hago de su conocimiento que de conformidad con el "Programa Extraordinario para la Realización de Tesis de Grado para la Carrera de Ingeniero Agrónomo", he procedido a asesorar el trabajo del estudiante **BERNARDO SOLANO ALVAREZ**, carné 58669, titulado: "**CAFICULTURA SOSTENIBLE Y CAPTURA DE CARBONO**".

Luego de incorporadas las sugerencias y atendidas las observaciones realizadas, considero que dicho trabajo satisface los requisitos para su aprobación como documento de graduación.

Sin otro particular, muy atentamente,

  
Ing. Agr./M.Sc. Marino Barrientos  
*Marino Barrientos García*  
INGENIERO AGRÓNOMO  
Colegiado: 556



Sa. Calle 0-50, Zona 14  
Tels.: 3633261 - 3633048  
3633188 - 3633178  
Guatemala, C. A.

Ingeniero Agrónomo  
Alvaro Gustavo Hernández Dávila  
Director IIA  
Facultad de Agronomía  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Ingeniero Hernández:

Por este medio le informo que he cumplido con el nombramiento que ese importante Instituto de Investigaciones Agronómicas me recomendara, en concordancia y de conformidad con el **"Programa Extraordinario para la Realización de Tesis de Grado para la Carrera de Ingeniero Agrónomo"** con ese fin asesoré el trabajo del estudiante **BERNARDO SOLANO ALVAREZ**, con carné No. 58669, bajo el título **"CAFICULTURA SOSTENIBLE Y CAPTURA DE CARBONO"**.

Al trabajo se le efectuaron las recomendaciones vertidas en las observaciones hechas al mismo, por lo que considero que este estudio satisface los requisitos para su aprobación como documento de graduación.

Atentamente;

Ing. Agr. M.Sc. Edgar E. López de León  
/Colegiado/175

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACION: "CAFICULTURA SOSTENIBLE Y CAPTURA DE CARBONO"

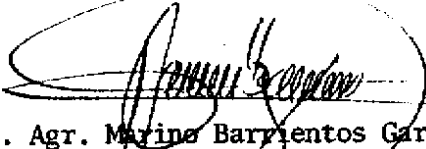
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: BERNARDO SOLANO ALVAREZ.

CARNE No.: 00-58669.

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

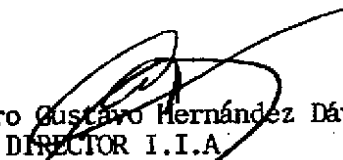
Ing. Agr. Marino Barrientos García e Ing. Agr. Edgar López De León.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO"; Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de septiembre de 1998.

  
Ing. Agr. Marino Barrientos García  
ASESOR  
Marino Barrientos García  
INGENIERO AGRONOMO  
Colegiado: 586

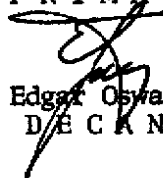
  
Ing. Agr. Edgar López De León  
ASESOR



  
Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila  
DIRECTOR I.I.A.

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA  
ING. AGRONOMO  
COLEGIADO # 802

IMPRIMASE

  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
DECANO



AGHD/Oscar E.  
cc. Archivo  
Control Académico.

APARTADO POSTAL 1545 § 01001 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 470-9794  
e-mail: [lusac.edu.gt](mailto:lusac.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>