

INGENIERO  
FERNANDO RODRIGUEZ  
SUBAREA DE MANEJO Y MEJORAMIENTO  
DE PLANTAS  
PRESENTE.



Volumen XX, No. 1 — Enero - Junio 2002



 **tikalía**

Órgano de divulgación de la  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Vol. XX, No. 1



Guatemala  
2002

## **Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala**

### **Junta Directiva**

Decano: Ing. Agr. Edgar Franco Rivera  
Secretario: Ing. Agr. Edil Rodríguez  
Vocal I: Ing. Agr. Walter García Tello  
Vocal II: Ing. Agr. Manuel Martínez  
Vocal III: Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz  
Vocal IV: Br. Wener Armando Ochoa  
Vocal V: Br. Axel Aureliano Herrera Pérez

### **Comité Editorial**

Dr. Hugo Cardona Castillo  
Dr. Ariel Ortiz  
Ing. Agr. Mario Alberto Méndez  
Periodista Dennis Escobar Galicia

Es una producción del Grupo Bremme & Dos Santos  
Vía 5, 4-50 zona 4, Hotel Conquistador Ramada, Of. 316  
Teléfonos: 334-0938 — 361-0449

Revista *Tikalía*

Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Guatemala  
Teléfono: (502) 476-9770  
Fax: (502) 476-9770  
Correo electrónico: [comited.agro@usac.edu.gt](mailto:comited.agro@usac.edu.gt)

## PRESENTACIÓN

*Tikalía* XX, No. 1 correspondiente a enero-junio del 2001, contiene dos artículos sobre estudios relacionados con el recurso forestal y dos acerca de los sistemas de producción agrícola.

El primer artículo, Inventario forestal y plan de manejo integrado de la unidad de manejo "Uaxactún", Petén, Guatemala, es una guía para las actividades del bosque que realizará la Organización Manejo y Conservación (OMYC), entidad de la organización civil que adquirió en concesión la unidad de manejo Uaxactún, situada en la Zona de Uso Múltiple de la Reserva de Biosfera Maya.

El plan de manejo incluye, además del componente forestal, los de arqueología, control y vigilancia, prevención y control de incendios, biológico e investigación, así como las medidas de mitigación y contingencia sugeridas en la evaluación de impacto ambiental.

Detección de la presencia de *Rotylenchulus reniformis* asociada a plantas ornamentales, es un estudio realizado en tres municipios de Escuintla y uno en Suchitepéquez. Se detectó la presencia del nemátodo *Rotylenchulus* sp., cuya especie *R. Reniformis* se encuentra cuarentenada en el Estado de California, Estados Unidos.

El estudio consistió en determinar la especie de *Rotylenchulus* asociada a los cultivos ornamentales en las áreas de producción de la región de la costa sur guatemalteca, así como la dispersión geo-

gráfica de la misma, variedades ornamentales afectadas, relación macho hembra, relación parásito hospedante, relación parásito suelo y relación clima distribución de la especie.

El estudio Caracterización del sistema de producción de café orgánico en cuatro comunidades de la sierra de Los Cuchumatanes, Departamento de Huehuetenango, Guatemala, se realizó con el propósito de determinar la eficiencia económica del sistema, así como actualizar toda la información relacionada a sus diferentes componentes e interacciones. Además se propone sugerencias tecnológicas para mejorar el sistema.

El artículo que contiene un estudio preliminar para la estimación de Biomasa y cuantificación de Carbono para *Vochysia guatemalensis*, *Calophyllum brasiliense* y *Cybistax donnell-smithii* en bosques naturales de Guatemala, es un aporte novedoso, en virtud de que Guatemala no ha desarrollado estudios específicos con el fin de estimar la biomasa que genera un bosque

En esta investigación se hizo una cuantificación de biomasa total, arriba del suelo, en tres especies latifoliadas en bosques naturales. Las áreas de acción fueron Morales, Izabal; Ixcán Playa Grande, Quiché; Nueva Concepción, Escuintla y Suchitopéquez. Con los modelos para cada especie se pudo determinar los factores de índice de expansión que se utilizaron para cuantificar el Carbono fijado por las especies en estudio.

## CONTENIDO

- 7 Inventario forestal y plan de manejo integrado de la Unidad de Manejo "Uaxactún", Petén, Guatemala.
  
- 35 Detección de la presencia de *Rotylenchulus reniformis* asociada a las plantas ornamentales
  
- 51 Caracterización del sistema de producción de café orgánico en cuatro comunidades de la Sierra de los Cuchumatanes, departamento de Huehuetenango, Guatemala.
  
- 69 Estudio preliminar para la estimación de biomasa y cuantificación de carbono para *Vochysia guatemalensis*, *Calophyllum brasiliense* y *Cybistax donnell-smithii* en bosques naturales de Guatemala

Tikalía 20 (1) 7-33. 2002

## INVENTARIO FORESTAL Y PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE LA UNIDAD DE MANEJO "UAXACTÚN", PETÉN, GUATEMALA

*Edgar Estuardo Bámaca Figueroa  
Mario Alberto Méndez Muñoz*

### RESUMEN

La unidad de manejo "Uaxactún", de la Zona de Uso Múltiple de la Reserva de Biosfera Maya, fue adjudicada en concesión a la Sociedad Civil "Organización, Manejo y Conservación" (OMYC) por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Por lo tanto OMYC necesitaba poseer un documento que caracterizara los recursos existentes en "Uaxactún" y que reflejara las actividades que se pretenden desarrollar dentro del área y su forma de realizarlas, para evitar la destrucción de los recursos naturales. Ese fue el propósito del presente estudio, que además permite al CONAP realizar el monitoreo de las actividades planificadas.

La primera fase consistió en un inventario forestal, el cual fue del tipo sistemático estratificado, recogiendo información de 118 parcelas de muestreo de una hectárea. La segunda fase consistió en la elaboración de la propuesta de manejo, que incluye el aprovechamiento y protección de los recursos maderables, no maderables, fauna silvestre y arqueológicos. Además, se incluyó una evaluación financiera la cual determina que la concesión es rentable.

Para la elaboración del trabajo, se contó con el apoyo de la ONG acompañante de OMYC, Fundación Naturaleza para la Vida (NPV). Además, Wildlife Conservation Society apoyó con la elaboración del componente de manejo de fauna silvestre.

## INTRODUCCIÓN

La mayor zona boscosa del departamento de Petén y del país la constituye la Reserva de Biosfera Maya (RBM), creada en 1990 por el Decreto Legislativo 5-90. Está bajo la administración del Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP). La RBM está dividida en: zona núcleo, zona de usos múltiples (ZUM) y zona de amortiguamiento (ZAM). CONAP está en potestad de autorizar áreas de la ZUM para el manejo de los recursos naturales, para uso de las comunidades e industrias bajo la figura legal de "concesión".

La unidad de manejo "Uaxactún" ubicada al este de la RBM, de una extensión de 83,558 ha, fue licitada en concurso público en el año 1999. La Sociedad Civil "Organización, Manejo y Conservación" (OMYC), fue la organización comunitaria beneficiaria en la adjudicación. Como requisito indispensable para la entrega de la concesión, se elaboró el Plan de Manejo Integrado donde se caracterizaron los recursos existentes dentro de la unidad de manejo y se elaboró una propuesta de manejo, que garantiza el aprovechamiento sostenido de estos. Este es el documento que guiará las actividades que se planifiquen en el bosque por OMYC, para alcanzar los objetivos de manejo propuestos.

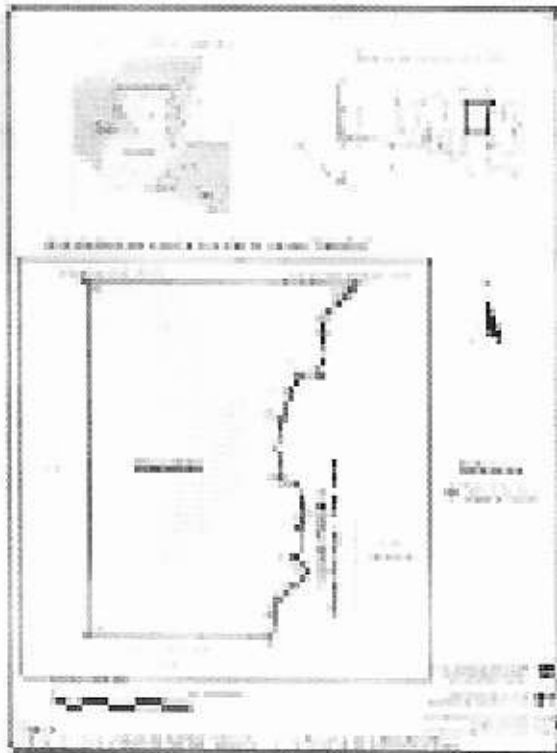
El Plan de Manejo incluye, además del componente forestal los de arqueología, control y vigilancia, prevención y control de incendios, biológico e investigación; así como las medidas de mitigación y contingencia sugeridas en la evaluación de impacto ambiental. Todo esto con la finalidad de que a corto plazo esta unidad de manejo sea certificada bajo los principios y criterios del Consejo Mundial de Manejo Forestal (FCS), y se preserve el patrimonio natural existente en ella.

## METODOLOGÍA

### Información del área de estudio

#### Localización y régimen de la unidad de manejo

“Uaxactún” se ubica al norte del Parque Nacional Tikal, dentro de la Zona de Uso Múltiple de la Reserva de Biosfera Maya, jurisdicción municipal de Flores, Petén, tal como se ve en la figura 1. Su extensión asciende a la cantidad de 83,558 ha, según informe de CONAP y CATIE/CONAP.



*La unidad de manejo "Uaxactún" ubicada al este de la RBM, de una extensión de 83,558 ha, fue licitada en concurso público en el año 1999.*

Figura 1. Ubicación de la unidad de manejo "Uaxactún".

El área es propiedad del Estado de Guatemala, bajo la administración del CONAP. Este entregó la unidad de manejo en concesión a la sociedad civil "Organización, Manejo y Conservación" (OMYC), por un período de 25 años, a partir del año 2,000.

### Características biofísicas

La unidad de manejo se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Plataforma de Yucatán, de características kársticas con drenaje superficial. Las elevaciones van desde 150 a 400 msnm.

Según la clasificación de Thornwhaite, el clima de Uaxactún es de tipo cálido, con invierno benigno semiseco a húmedo y sin estación seca bien definida. Según la clasificación de Holdridge modificada por De la Cruz, Uaxactún se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido.

Los suelos son pocos profundos, bien drenados y aptos para el uso forestal, perteneciendo a las series Uaxactún y Yaxhá.

### Inventario forestal

Se utilizó un inventario de tipo sistemático estratificado, utilizando 118 parcelas de una hectárea (20 x 500 metros) con una distancia promedio de 2 km entre ellas, cuya ubicación se muestra en la figura 2. En estas se midieron todos los árboles de dap  $\geq$  25 cm, incluyendo los individuos de pimienta (*Pimenta dioica*) de dap  $\geq$  10 cm y chicozapote de dap  $\geq$  20 cm. Las parcelas se dividieron en subparcelas de 50 x 10 metros numeradas del 1 al 20. Cuatro subparcelas se utilizaron para el registro de

*Según la clasificación de Thornwhaite, el clima de Uaxactún es de tipo cálido, con invierno benigno semiseco a húmedo y sin estación seca bien definida.*

la regeneración, evaluación de xate, bayal, pimienta y chicozapote.

A los árboles (dap  $\geq$  25 cm) se les identificó por su nombre común y se midieron las variables: diámetro a la altura del pecho (dap) altura comercial y calidad del fuste. En el caso del chicozapote (dap  $\geq$  20 cm) y la pimienta (dap  $\geq$  10 cm) se midió el dap, altura y cosechabilidad (tiempo en años desde que fue aprovechado por última vez).

En 4 de las 20 subparcelas se registró la siguiente información: a) Brinzales. Se contaron los individuos de más de 30 cm de altura y dap menor a 4.9 cm, utilizando una parcela de 1 metro de largo y 10 de ancho; b) Latizales. Se contaron individuos de especies arbóreas de dap desde 5 cm hasta 9.9 cm, utilizando una parcela de 10 x 10 metros; c) Fustales. Se contaron individuos de dap entre 10 y 24.9 cm, tomándoles el dap, utilizando la subparcela completa; d) Xate (*Chamaedorea* sp.). La evaluación incluyó la especie, número de hojas vivas, aprovechables y muertas, utilizando una parcela de 5 por 10 metros; y e) Bayal (*Desmoncus* sp.). Se registró información sobre el tipo de desarrollo de la planta y número de tallos aprovechables, utilizando una parcela de 10 por 10 metros.

Para procesar la información de los árboles, brinzales, latizales y fustales se utilizó el programa SEMAFOR (Sistema de evaluación, monitoreo y análisis forestal) elaborado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Se efectuó un análisis estadístico del error de muestreo para el volumen/ha de árboles, abundancia/ha de xate y bayal, y la abundancia/ha de pimienta y chicoza-

*La evaluación incluyó la especie, número de hojas vivas, aprovechables y muertas, utilizando una parcela de 5 por 10 metros*

pote. El propósito fue determinar si la información era confiable o no, utilizando un error máximo permisible del 15% para volumen/ha de árboles.

### Elaboración del plan de manejo

Para elaborar el plan de manejo se utilizó como base el Modelo Simplificado de Planes de Manejo para Bosques Naturales Latifoliados en Guatemala, elaborado por el CONAP. En el caso del análisis financiero se utilizó la metodología propuesta por el CONAP, con el objetivo de determinar si el manejo forestal es rentable para la sociedad civil OMYC bajo los escenarios de aprovechamiento forestal (un año), de manejo forestal (un ciclo de corta de 40 años) y manejo de la concesión forestal (contrato de concesión de 25 años).

*Para elaborar el plan de manejo se utilizó como base el Modelo Simplificado de Planes de Manejo para Bosques Naturales Latifoliados en Guatemala, elaborado por el CONAP.*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Revisión y duración del plan

Se propone que el plan sea revisado cada cinco años y de ser necesario actualizarlo, teniendo en cuenta los planes operativos anuales e investigaciones realizadas. También estará sujeto a cualquier eventualidad. El plan de manejo se implementará a partir del año 2,000, por un período de 40 años, con base en el ciclo de rotación de productos maderables e independientemente del contrato de concesión.

### Clasificación de las áreas de bosque

Con base en imagen satelar, hojas cartográficas, mapas de elevación y pendiente, y según los objetivos de manejo de la sociedad civil OMYC, se dividió

el área en ocho estratos, los cuales se observan en la figura 2.

- a. **Estrato A: Bosque medio en planicie aluvial.** Bosque que difícilmente supera los 25 metros de altura, ocupando 19,351.38 ha, equivalente al 23.16% del área total.
- b. **Estrato B: Bosque medio inundable.** Contiene bosque con árboles que superan la altura de 15 metros. Es un área susceptible a inundaciones temporales. Representa el 17.39 % del área, equivalente a 14,529.83 ha.
- c. **Estrato S: Bosque en serranía kárstica en pendiente moderada a fuerte.** En esta zona son característicos los terrenos con pendiente superiores al 15% y que pueden alcanzar el 100%. Es el estrato más grande, ocupando un 35.8 % del área, correspondiente a 29,914.80 ha.
- d. **Estrato S1: Bosque en serranía kárstica en pendientes suaves.** Ocupa un 6.17% de la unidad de manejo, equivalente a 5,156.91 ha. El relieve es ondulado, con pendientes no mayores al 15%, con drenaje pobre, donde ocurren inundaciones por muy cortos periodos de tiempo.
- e. **Estrato I: Bosque muy intervenido con vegetación escasa.** Es una zona bastante intervenida. Ocupando el 6.47% de la unidad de manejo, correspondiente a 5,407.32 ha.
- f. **Guamiles, agricultura y zona urbana.** Representa el 1.92% del área (1,603.73 ha). Está ocupada por áreas en descanso (guamiles), zonas de agricultura (maíz, frijol, banano, plátano,

macal, entre otros) y el casco urbano de la aldea "Uaxactún".

- g. **Bajos.** Los bajos son zona de inundación durante la época lluviosa, y parte de la época seca. Ocupan el 8.98% del área total (7,499.41). Predominan los pastos y algunas especies arbóreas que no sobrepasan los 15 m de altura total.
- h. **Cuerpos de agua.** Cubre el 0.11% del área total (95.08 ha).

En el cuadro 1 y figura 2 se presenta la clasificación del bosque según los propósitos de manejo: de producción maderable, no maderables y de protección, complementados con los resultados del estudio de impacto ambiental.

**Cuadro 1.** Clasificación de los bosques de la unidad de manejo "Uaxactún", año 1999.

CATEGORIA .....	AREA (ha)%	DEL AREA
<b>BOSQUES PRODUCTIVOS</b>		
<b>Estrato A:</b> Bosque Medio en Planicie Aluvial .....	18,686.38	22.36
<b>Estrato B:</b> Bosque Medio Inundable .....	9,454.83	11.32
<b>TOTAL</b> .....	<b>28,141.21</b>	<b>33.68</b>
<b>BOSQUES DE PROTECCIÓN</b>		
<b>a) Uso de productos no maderables</b>		
<b>Estrato B:</b> Bosque medio inundable .....	4,600.00	5.51
<b>Estrato S:</b> Bosque en serranía kárstica con		

CATEGORIA .....	AREA (ha)%	DEL AREA
pendiente moderada a fuerte .....	29,239.80	34.99
<b>Estrato S1: Bosque en</b> serranía kárstica con pendiente suaves .....	5,156.91	6.17
<b>Estrato I: Bosque muy</b> intervenido con vegetación escasa .....	5,407.32	6.47
<b>Subtotal .....</b>	<b>44,404.03</b>	<b>53.14</b>
<b>b) Protección estricta</b>		
Areas arqueológicas .....	1,845.00	2.21
Bajos .....	7,469.41	8.94
<b>Subtotal .....</b>	<b>9314.41</b>	<b>11.15</b>
<b>TOTAL .....</b>	<b>53,718.44</b>	<b>64.29</b>
Tierras Agrícolas .....	1,603.73	1.92
Cuerpos de Agua .....	95.08	0.11
<b>TOTALES .....</b>	<b>83,558.46</b>	<b>100.00</b>

### Inventario forestal

La intensidad de muestreo del inventario fue del 0.16%, lanzando un error de muestreo para todo el bosque de 5.83 % al 95% de confianza para el volumen/ha de especies de  $dap \geq 25$  cm. Carrera (1) propone como un error máximo permisible un 15% al 95% de confianza, para recabar información confiable y al menor costo. En el cuadro 2 se observa la información general del bosque por grupo comercial.

**Cuadro 2.** Variables dasométricas del bosque por grupo comercial de la unidad de manejo "Uaxactún", año 1999.

GRUPO COMERCIAL	No. DE INDIVIDUOS	AREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)
Actualmente altamente comercial (AAACOM)	3	0.464	1.098
Actualmente comercial (ACTCOM)	52	2.702	4.781
Potencialmente comercial (POTCOM)	146	7.097	10.161
Palmas (PALMA)	6	0.155	0.009
Especies protegidas (PROTEC)	30	2.428	4.696
Sin valor comercial (SINVAL)	240	7.689	5.125
<b>TOTAL</b>	<b>477</b>	<b>20.535</b>	<b>25.87</b>

Según los resultados del inventario forestal, se registraron un total de 166 especies arbóreas, a partir de un dap de 10 cm. La especie que presenta mayor índice de valor de importancia es el ramón oreja de mico (*Brosimum costaricanum*), con un IVI de 15.16%, seguido por el chicozapote (*Manilkara zapota*), con un IVI de 10.40%.

En relación a los recursos no maderables, en el cuadro 3 se presenta el error de muestreo estimado al 95% de confianza y se presenta la abundancia promedio/ha.



**Cuadro 3.** Estadígrafos para recursos no maderables en el inventario forestal de la unidad de manejo "Uaxactún", año 1999.

Estadígrafo	Chicozapote	Pimienta	Xate	Bayal
Intensidad de muestreo (%)	0.15	0.15	0.0031	0.0063
Abundancia promedio/ha	14.5	8.5	962	51.8
Coefficiente de variación	70.4	94.1	66.4	83.1
Error de muestreo (%)	12.84	17.15	12.89	26.24

*Para efectos del plan de manejo se propone un ciclo de corta de 40 años, pensando en los objetivos de manejo y en base al crecimiento anual de los árboles reportado en esta zona (0.4 cm anuales).*

## Manejo del bosque

### Manejo de recursos maderables

Para efectos del plan de manejo se propone un ciclo de corta de 40 años, pensando en los objetivos de manejo y en base al crecimiento anual de los árboles reportado en esta zona (0.4 cm anuales). El área se manejará mediante el sistema de fijación de diámetro mínimo de corta, a través de la tala selectiva de especies comerciales, dividiendo la superficie en áreas de corta anual.

En el cuadro 4 se observa el listado de especies a aprovechar, las cuales están agrupadas primero por su potencial de comercialización y luego por su distribución en clases diamétricas según el número de individuos por hectárea.

**Cuadro 4.** Lista de especies a aprovechar y el DMC por grupo, de la unidad de manejo "Uaxactún", año 1999.

Grupo	Sub grupo	Nombre Común	Nombre científico	DMC (cm)
AAACOM	NOR	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	60
	ESC	Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	60
ACTCOM	ESC	Danto	<i>Vatairea lundelli</i>	55
	SIG	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	45
		Canxan	<i>Terminalia amazonia</i>	45
		Chacaj colorado	<i>Bursera simaruba</i>	45
		Malerio colorado	<i>Aspidosperma megalocarpum</i>	45
	SIG	Malerio blanco	<i>Aspidosperma stegomeris</i>	45
Chechen negro		<i>Metopium brownei</i>	45	
Santa maria		<i>Calophyllum brasilense</i>	45	
ACTCOM	NOR	Manchiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	45
		Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	45
		Catalox	<i>Swartzia lundelli</i>	45
		Mano de león	<i>Dendropanax arboreum</i>	45

Referencias: DMC: Diámetro mínimo de corta

AAACOM: Actualmente altamente comerciales

ACTCOM: Actualmente comerciales

NOR: Poseen una distribución diamétrica similar a una j-invertida.

ESC: Especie que poseen menos de 0.33 individuos/ha desde un dap  $\geq$  10 cm.

SIG: Especies que tienen menos de un árbol cada 10 hectáreas encima del diámetro mínimo de corta corriente (45-50 cm).

En el cuadro 5 se muestra el número de individuos y volumen arriba del diámetro mínimo de corta y la intensidad de corta por grupo de especies hasta un dap de 90 cm, así como el volumen a extraer. La intensidad de corta se refiere a que porcentaje de individuos, área basal y volumen se puede extraer para garantizar el restablecimiento de la condición original del bosque. La intensidad de corta para individuos de dap  $\geq$  90 cm se estableció en un 50% ya que estos cumplen funciones ecológicas y son fuente de semilla. Los datos presentados son promedios y deben ser rectificadas con base en los resultados obtenidos en cada plan operativo anual.

Dentro del plan de manejo también se incluye un grupo de 10 especies del grupo POTCOM (Potencialmente comerciales) que en determinado momento pueden tener mercado y por lo tanto serían aprovechadas.

**Cuadro 5.** Arboles (No), Área basal (AB) y Volumen (Vol) por hectárea de las especies a aprovechar con dap  $\geq$  al diámetro mínimo de corta y a extraer de los estratos A y B de la unidad de manejo "Uaxactún".

Grupo	Subgrupo	Estrato	IC (%) <90 cm	No/ha <DMC	No/ha a cortar	AB (m <sup>2</sup> /ha -DMC	AB (m <sup>2</sup> /ha a cortar	Vol (m <sup>3</sup> /ha -CMC	Vol (m <sup>3</sup> /ha a cortar
AAACOM	NOR	A	41	0.4	0.2	0.220	0.095	0.563	0.24
		B	19	0.5	0.1	0.335	0.127	0.200	0.05
	ESC	A	74	< 0.1	< 0.1	0.034	0.025	0.122	0.09
		B	62	0.1	0.05	0.044	0.027	0.200	0.10
	SUBTOTAL	A		0.4	0.2	0.254	0.120	0.685	0.33
		B	0.6	0.2	0.379	0.154	0.400	0.15	
	ESC	A	37	< 0.1	< 0.1	0.026	0.010	0.066	0.02
		B	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.00
	SIG	A	80	1.4	1.1	0.279	0.223	0.791	0.53
		B	80	1.7	1.0	0.290	0.232	0.770	0.62
ACTCOM	NOR	A	52	1.2	0.6	0.383	0.198	0.828	0.43
		B	80	1.3	1.0	0.232	0.186	0.450	0.36
	SUBTOTAL	A		2.5	2.0	0.688	0.431	1.690	1.09
		B		3.0	2.0	0.522	0.418	1.220	0.97
	TOTAL	A		3.0	2.0	0.942	0.551	2.370	1.41
		B		3.6	3.0	0.901	0.572	1.600	1.12

Referencias: IC: Intensidad de corta hasta un dap de 90 cm.

Para el primer año de aprovechamiento se utiliza un área de 150 ha en el estrato B, como un aprovechamiento piloto, para luego elevar el área de corta a 400 ha en el Estrato A, a partir del año siguiente. El área de corta para el primer quinquenio de aprovechamiento (1,750 ha) se observa en la figura 2. Al final del primer quinquenio de aprovechamiento se estima que se habrán cortado 3,650 individuos, correspondientes a 967 m de área basal y un volumen de 2,424 m.

Las tres etapas propuestas para el aprovechamiento de los recursos maderables, se indican a continuación:

- A. Actividades de Pre-aprovechamiento. Se dividen en coordinación y planificación del Plan Operativo Anual (POA), reconocimiento y determinación del área de aprovechamiento anual, delimitación física del área de aprovechamiento, capacitación en servicio de los miembros de la sociedad civil, censo comercial, determinación de árboles de cosecha, determinación de los árboles de futura cosecha (individuos de interés comercial pero de dap menor al diámetro mínimo de corta), identificación y determinación de los árboles semilleros, diseño de la infraestructura y elaboración del POA.
- B. Actividades de Aprovechamiento. Que se divide en extracción (tala dirigida, construcción y mantenimiento de caminos primarios, secundarios y terciarios, arrastre de trozas, troceo y control de transporte, cubicación y carga y transporte) y aserrió.

*Para el primer año de aprovechamiento se utiliza un área de 150 ha en el estrato B, como un aprovechamiento piloto, para luego elevar el área de corta a 400 ha en el Estrato A, a partir del año siguiente.*

- C. Actividades de Post-Aprovechamiento. Se dividen en comercialización, cierre de caminos, muestreo diagnóstico y tratamientos silviculturales.

### Manejo de recursos no maderables

Los principales recursos a aprovechar de la flora existente en la unidad de manejo "Uaxactún" son el chicozapote (*Manilkara zapota*), a partir de un dap  $\square$  30 cm para la extracción del látex; pimienta (*Pimenta dioica*), a partir de un dap  $\square$  15 cm para el aprovechamiento de sus frutos; xate (*Chamedorea* spp.) para la extracción de hojas y bayal (*Desmoncus* spp.) para la utilización de sus tallos.

En el cuadro 6 se observa el ciclo de rotación propuesto para cada uno de los recursos no maderables mencionados anteriormente, así como su producción anual estimada. El control del aprovechamiento se propone hacer por medio del otorgamiento de licencias específicas para un determinado campamento, sin volver a dar otra hasta que se cumpla el ciclo de rotación propuesto.

**Cuadro 6.** Ciclos de rotación y potencial productivo anual de productos no maderables de la unidad de manejo "Uaxactún".

Recurso no maderable	Ciclo de rotación	Producción Anual
Chicozapote	6 años	820 quintales
Pimienta	5 años	1,048 quintales
Xate macho	6 meses	1,556,095 gruesas
Xate hembra	6 meses	146,722 gruesas
Xate cambray	6 meses	27,748 gruesas
Xate pata de vaca	6 meses	13,783 gruesas
Bayal	6 meses	5,803,620 tallos

*El control del aprovechamiento se propone hacer por medio del otorgamiento de licencias específicas para un determinado campamento, sin volver a dar otra hasta que se cumpla el ciclo de rotación propuesto.*

El sistema de aprovechamiento de estos recursos está constituido por tres fases:

- A. Actividades de Pre-aprovechamiento. Consiste en definir el área a aprovechar y en la capacitación a los recolectores y extractores.
- B. Actividades de Aprovechamiento. En el caso del chicozapote constituye la limpieza del fuste, cortes para recolección de resina, escalado y pica del árbol, recolección del látex y transporte de campamentos; para la pimienta es el corte de ramas, corte de frutos y transporte a campamentos; para el xate es el corte de la hoja seleccionada y transporte; y para el bayal es el corte de los tallos "sazones" de mayor altura.
- C. Actividades de Post-aprovechamiento. Está constituido en el caso del chicle, en "cocinar" el látex para evaporar el agua y hacer maquetas de 25 a 30 lb de peso; para la pimienta, el secar el fruto; para el xate, empacar las hojas en gruesa (1 gruesa: 80 hojas); y para el bayal, el secado y cortado longitudinal.

*Respecto a la fauna silvestre se propone el aprovechamiento para consumo humano.*

Respecto a la fauna silvestre se propone el aprovechamiento para consumo humano, según calendario cinegético, las especies a utilizar son: venado (*Odocoileus virginianus*), cabro colorado (*Mazama americana*), coche de monte (*Dicotyles tajacu*), jabali (*Dicotyles pecari*), tepezcuintle (*Agouti paca*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), faisán (*Crax rubra*), cojolita (*Penelope purpurascens*) y pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*).

Por inquietud de OMYC, se tiene pensado en un aprovechamiento a muy baja escala del guano (*Sabal*

*mauritiformes*), para techos de casa; mimbre (*Monstera* spp.) para construcción de muebles; pita floja (*Aechmea magdalenae*) para extracción de fibra; tres puntas (*Neurolena lobata*), para usos medicinales y apacín (*Petiveria alliacea*), para usos medicinales. Otros proyectos lo constituyen las artesanías, el ecoturismo y la venta de carbono.

### Protección del bosque

Se propone la formación de un comité especializado en las diferentes actividades de protección del bosque. El objetivo es el de resguardar la integridad de los recursos naturales y arqueológicos de la unidad de manejo. El comité debe estar conformado por un coordinador, una secretaria y dos cuadrillas para el combate de incendios y vigilancia, con 6 miembros cada una.

La comisión deberá poner especial atención a los sitios prioritarios (sitios arqueológicos, zonas de conservación estricta y hábitats especiales), y se prevé que recibirá apoyo de la red de extractores y recolectores de productos no maderables. Además deberá mantener una coordinación con otras instituciones relacionadas. Otra actividad del comité será la demarcación, señalización y mantenimiento de linderos, por lo cual tendrán que coordinar con los grupos comunitarios vecinos.

Los incendios forestales son la principal amenaza para el manejo y conservación de los recursos naturales existentes dentro de la unidad de manejo. Las fuentes principales de riesgo detectadas en el área son la agricultura, el paso de personas por los caminos, la cacería, la extracción de productos

*Los incendios forestales son la principal amenaza para el manejo y conservación de los recursos naturales existentes dentro de la unidad de manejo.*

maderables y no maderables, actividades ilegales y menor grado las actividades turísticas y de investigación. Para un mejor control, el área fue dividida en tres secciones, a saber: a) Áreas de riesgo por presencia de agentes causantes (carreteras y campamentos por la presencia de personas), b) Áreas de peligro en relación al combustible o áreas críticas (áreas de guamiles y bajos) y áreas de mayor peligro o áreas altamente críticas (lugares donde coinciden las dos anteriores).

### **Impactos y medidas de mitigación**

Según el estudio de impacto ambiental realizado para la unidad de manejo, se reconocieron los siguientes impactos siguiendo la metodología de Leopold y por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE):

- a. Impactos sobre el agua, incluyendo el agua superficial y subterránea, que ocurre principalmente al pasar encima de corrientes superficiales.
- b. Impactos sobre el suelo ocasionados por tractores que participan en el aprovechamiento forestal.
- c. Impactos a la atmósfera por la utilización de leña para cocinar y los gases de los escapes de vehículos.
- d. Impactos sobre la fauna y flora por las actividades de extracción.
- e. Impactos en el factor cultural referente principalmente al factor arqueológico.
- f. Impacto socioeconómico que se considera positivo, pues existirá trabajo para las personas de la comunidad.

Las principales medidas de mitigación para evitar los impactos mencionados anteriormente incluyen el utilizar tecnologías compatibles con el medio ambiente, trazar caminos de no más de 8 metros de ancho, colocar drenajes en los puntos inundables, utilizar tractores DC-6 o "skidder" en las actividades de aprovechamiento forestal, regular la velocidad de camiones a no más de 40 km/hora, que el personal utilice equipo de seguridad cuando sea necesario, diversificar el uso de los recursos del bosque, no sobrepasar la capacidad de corta, respetar diámetros y ciclo de corta, proteger las cuencas de los ríos y lagunas y proteger los sitios arqueológicos así como sus áreas de influencia.

### **Investigación**

En el plan de investigación se incluye el establecimiento de parcelas permanentes utilizando la metodología propuesta por Pinelo, de 50 por 50 metros, con el objetivo de tener información sobre la estructura del bosque, índice de valor de importancia, incremento diamétrico y basimétrico, mortalidad, reclutamiento y regeneración natural. Además se establece el estudio del incremento del xate (*Chamaedorea* sp.) y bayal (*Desmoncus* sp.) en condiciones naturales y bajo aprovechamiento.

### **Estrategia de autosostenibilidad financiera**

Está basada en la realización de actividades productivas y fuentes de ingreso más permanentes, por lo que se establece que la producción integral (aprovechamiento de no maderables y maderables) aportará un 10% de sus utilidades

para cubrir los gastos del funcionamiento general de la organización comunitaria. Nuevos servicios (secuestro de carbono y otros similares) deben aportar el 10% de sus recursos para gastos administrativos. El aporte de miembros contribuirá con el 15% de los gastos anuales. La venta de servicios técnicos aportará el 20% del funcionamiento, mientras que otros proyectos contribuirán con el 15%.

### Evaluación financiera

En el primer escenario (análisis a nivel de aprovechamiento), se hizo una proyección de los costos generados en los aprovechamientos forestales de la unidad de manejo "Río Chanchich" de la Zona de Uso Múltiple de la Reserva de la Biósfera Maya. Los ingresos fueron estimados a partir de los precios actuales de la madera en el mercado y el volumen a extraer por hectárea. En el cuadro 7 se presenta los indicadores financieros generados para este escenario, donde se incluyen dos extensiones de área una de 150 ha y otra de 400 ha a manera de comparación entre las dos superficies que aprovechará la OMYC.

**Cuadro 7.** Indicadores financieros para dos compartimentos de corta, de la unidad de manejo "Uaxactún".

Concepto	Área de 150 ha	Área de 400 ha
Costos variables	Q. 151,467.20	Q. 530,559.40
Costos fijos	Q. 29,175.34	Q. 32,269.97
<b>Costos totales</b>	<b>Q.180,642.60</b>	<b>Q.562,829.40</b>
Ingresos totales	Q.219,953.60	Q.819,384.60
<b>Margen Bruto</b>	<b>Q. 68,486.40</b>	<b>Q.228,825.20</b>
<b>Ingreso Neto</b>	<b>Q. 39,311.10</b>	<b>Q.256,555.20</b>
<b>Relación Ingreso/Costo</b>	<b>Q. 1.22</b>	<b>Q. 1.46</b>

Como se observa en el cuadro 7, al aprovechar en una extensión de 150 ha se generará una ganancia de Q.39,311.10, después de cubrir todos los gastos. La actividad genera un retorno de Q.1.22 por cada quetzal invertido. Para un área de 400 ha, la ganancia neta es de Q.256,555.20, con un retorno de Q.1.46 por cada quetzal invertido.

Para el siguiente escenario (a nivel de manejo forestal) el período de análisis cubre el ciclo de rotación (40 años) más 3 debido a los tratamientos silviculturales (total de 43 años). Se incluyen costos de certificación, extracción e industrialización de la madera, seguros de vida y médicos, inversiones y depreciación de equipo, muestreo diagnóstico, parcelas permanentes, tratamientos silviculturales y regencia. En el análisis no se incluye para los primeros años los costos de certificación, regencia, parcelas permanentes y muestreo diagnóstico debido a que estos son cubiertos por donaciones internacionales manejados e invertidos por la ONG acompañante y no por la sociedad civil. En el cuadro 8 se presenta el análisis financiero de este escenario utilizando una tasa de actualización del 4.4%, en base a la tasa nominal y de inflación promedio.

**Cuadro 8.** Análisis financiero del manejo forestal en la unidad de manejo "Uaxactún".

Indicador	Unidad (ha)	Valor total	Valor por ha
Valor actual neto (VAN)	15,750	1,065,656.10	67.66
Valor esperado de la tierra (VET)	15,750	1,300,579.94	82.58
Relación beneficio/costo (B/C)		1.08	

*Al igual que en el escenario anterior, en los primeros años no se incluyen los costos totales de los gastos de otorgamiento, plan de manejo, estudio de impacto ambiental y costos administrativos, que son cubiertos por donaciones internacionales.*

Como se observa en el cuadro 8, el manejo forestal es rentable. Se espera tener una ganancia de 8 centavos por cada quetzal invertido.

En el caso del último escenario (a nivel de concesión forestal), se incluyen los costos generados en el escenario anterior más los de plan de manejo, inventario forestal, estudio de impacto ambiental, gestión de otorgamiento de la concesión, pago de la concesión, costos del aprovechamiento de no maderables y gastos administrativos y de protección. También se considera los ingresos de productos no maderables. Al igual que en el escenario anterior, en los primeros años no se incluyen los costos totales de los gastos de otorgamiento, plan de manejo, estudio de impacto ambiental y costos administrativos, que son cubiertos por donaciones internacionales. En el cuadro 9 se presenta los indicadores financieros para este escenario, utilizando también una tasa de actualización del 4.4%.

**Cuadro 9.** Indicadores financieros a nivel de la concesión comunitaria "Uaxactún".

Indicador	Unidad (ha)	Valor total	Valor por ha
VAN	83,558.46	4,972,814.63	59.51
VET	83,558.46	7,570,789.47	90.60
B/C		1.16	

Los resultados del cuadro anterior indican que la unidad de manejo es rentable para OMYC. Aparentemente la relación beneficio/costo es mayor que en el escenario anterior, porque en este último no se incluyen los productos no maderables, pero la ganancia

generada de estos, es principalmente para las personas que los aprovechan y una pequeña parte para la sociedad civil.

### CONCLUSIONES

1. El 33.68% de la unidad de manejo "Uaxactún" será utilizado para el aprovechamiento de productos maderables y no maderables; el 53.14% para el aprovechamiento de no maderables; el 11.15% como áreas de protección estricta; el 1.92 % son áreas agrícolas y el 0.11 % está constituido por cuerpos de agua.
2. La intensidad de muestreo del inventario forestal es del 0.16%, resultando un error del muestreo del 5.83 % para toda el área forestal censada (74,358 ha). Por lo tanto, la información es estadísticamente confiable (error máximo permisible: 15 %).
3. De las especies a aprovechar sosteniblemente (13 en total de los grupos AAACOM y ACTCOM) se puede extraer 1.41 m<sup>3</sup>/ha en el Estrato A y 1.12 m<sup>3</sup>/ha en el Estrato B. El aprovechamiento se hará en superficies de 150 ha para el primer año de aprovechamiento y en 400 ha en los años siguientes. Así se extraerá un volumen anual de 168 m<sup>3</sup> en el primer año y 564 m<sup>3</sup> en los años siguientes.
4. Considerando los ciclos de rotación propuestos, existe el potencial de extracción anual de recursos no maderables siguiente: chicozapote, 820 quintales; pimienta, 1,048 quintales; xate macho, 1,556,095 gruesas; xate hembra, 146,722 gruesas; xate cambray, 27,748 gruesas; xate pata de vaca, 13,783 gruesas y bayal 5,803,620 tallos.

*El sistema de manejo propuesto en el presente Plan de Manejo Integrado, equilibra el aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la unidad de manejo «Uaxactún» con la protección de los mismos.*

5. El modelo de aprovechamiento propuesto es el denominado fijación de diámetro mínimo de corta a través de tala selectiva de especies comerciales, dividiendo las superficies en áreas de corta anual.
6. El sistema de manejo propuesto en el presente Plan de Manejo Integrado, equilibra el aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la unidad de manejo «Uaxactún» con la protección de los mismos. De tal manera, las actividades planificadas consideran medidas de mitigación para lograr el menor impacto en el ambiente y así garantizar la existencia del recurso bosque para las generaciones futuras.
7. La estrategia de autosostenibilidad financiera de la Sociedad Civil "Organización, Manejo y Conservación" (OMYC) considera que todas las actividades productivas que se desarrollen, deberán aportar un porcentaje de sus ganancias para el sostenimiento de la empresa comunitaria. Entre las actividades productivas se considera la producción integral (productos maderables y no maderables), aporte de miembros, venta de servicios, nuevos servicios ambientales y cualquier proyecto que pueda ser ejecutado dentro de la unidad de manejo.
8. Las actividades de aprovechamiento de madera son rentables para la Sociedad Civil "Organización, Manejo y Conservación" (OMYC)-, ya que se tendrá una relación ingreso/costo mayor a uno, lo cual significa ganancia. Para el primer aprovechamiento se tendrá una relación de 1.22, lo que indica que por cada quetzal invertido se obtendrán 22 centavos de ganancia.

*El modelo de aprovechamiento propuesto es el denominado fijación de diámetro mínimo de corta a través de tala selectiva de especies comerciales, dividiendo las superficies en áreas de corta anual.*

9. A nivel del manejo forestal (43 años), la rentabilidad para la Sociedad Civil es positiva, la relación beneficio/Costo es de 1.08 y el Valor Actual Neto (VAN) asciende a Q.1,065,656.10. A nivel del manejo integral de la concesión, la relación beneficio/costo es de 1.16 y el VAN, de Q.4,972,814.63, por lo que el manejo integrado de la Unidad de Manejo "Uaxactún" es rentable para OMYC.

### BIBLIOGRAFIA

1. CARRERA, F. 1996. Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE/CONAP. Colección Manejo Forestal en la Reserva de Biosfera Maya, no. 3. 40 p.
2. CARRERA, F.; PINELO, G. 1995. Prácticas mejoradas para aprovechamientos forestales de bajo impacto. Turrialba, Costa Rica, CATIE/CONAP. Colección Manejo Forestal en la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala, no.1. 60 p.
3. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA/CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS. 1996. Modelo simplificado de planes de manejo para bosques naturales latifoliados de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. 55 p.
4. CONSTRUCCIONES Y CONSULTORIAS AMBIENTALES. 1999. Evaluación de impacto ambiental de la unidad de manejo "Uaxactún", Flores, Petén. Guatemala, Fundación Naturaleza para la Vida. 60 p.

5. CRUZ, R.J., DE LA, 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. GUATEMALA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. 1990. Decreto Legislativo 5-90, creación de la Reserva de Biosfera Maya. Guatemala, Consejo Nacional de Areas Protegidas. s.p.
7. GUATEMALA. CONSEJO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS. 1999. Metodología para el análisis financiero de concesiones forestales en la Reserva de Biosfera Maya; estudio de caso: San Miguel la Palotada. Guatemala. Serie co-ediciones técnicas, no. 6. 53 p.
8. MARROQUIN JUAREZ, A.E. 1995. Informe final de servicios prestados en Uaxactún, Flores, Petén. Ejercicio Profesional Supervisado. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.
9. PINELO, G. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE/CONAP. Colección Manejo Forestal en la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala. no. 10. 52 p.
10. PINELO, G.; ROMERO, L.; OZAETA, A.. 1996. Informe de inspección del área solicitada para la concesión forestal comunitaria de "Uaxactún", jurisdicción del Municipio de Flores, Petén, Guatemala. Guatemala, CATIE/CONAP. 9 p.

## DETECCIÓN DE LA PRESENCIA DE *Rotylenchulus reniformis* ASOCIADA A PLANTAS ORNAMENTALES

*Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela  
Ingrid Eugenia Cardona Fuentes*

### RESUMEN

La región de la costa sur de Guatemala se caracteriza por la gran diversidad de cultivos que allí se producen, entre uno de los rubros de fuerte impacto económico están las plantas ornamentales. El estudio se llevó a cabo en los municipios de Escuintla, Masagua y Tiquisate del departamento de Escuintla y el municipio de Chicacao en Suchitopéquez donde según muestreos previos que se han realizado por el **Programa de Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación VIFINEX** por sus siglas, de la subcomisión de Plantas Ornamentales de la Asociación Gremial de Exportadores de productos No Tradicionales (AGEX-PRONT), se ha detectado la presencia del ne-

mátodo del género *Rotylenchulus* sp., la importancia de éste nemátodo radica en que la especie *R. reniformis* se encuentra cuarentenada en el Estado de California, EE.UU., siendo este Estado uno de los principales importadores de plantas ornamentales de Guatemala. El estudio consistió en determinar la especie de *Rotylenchulus* asociada a los cultivos ornamentales en las áreas de producción de la región de la costa sur, así como la dispersión geográfica de la misma, variedades ornamentales afectadas, relación macho-hembra, relación parásito-hospedante, relación parásito-suelo y relación clima-distribución de la especie. De acuerdo a las características anatómicas y morfométricas se determinó que en las plantas ornamentales y áreas estudiadas la especie presente es *Rotylenchulus reniformis*, dispersa en los municipios de Escuintla, Masagua y Cuyuta, afectando a los cultivos de *Dracaena sanderana*, *Sansevieria trifasciata* var. *laurentii*, *Scindapsus aureus* var. *golden*, *Scindapsus aureus* var. *marble queen* y *Schefflera luceanne*, encontrando niveles poblacionales de hasta 13,260 nemátodos/300cc. de suelo en *Sansevieria trifasciata* var. *laurentii* y 3,900 nemátodos/300cc de suelo en *Schefflera luceanne*. Las poblaciones de nemátodos tienden a disminuir y ser muy bajas en suelos demasiado arcillosos, en franco o franco arenosos tienden a ser altas. En los cultivos de *Scindapsus aureus* var. *golden* y *marble queen* están formados en su mayoría por hembras y en *Sansevieria trifasciata* var. *laurentii*, *Schefflera luceanne* y *Dracaena sanderana* es

más uniforme, permaneciendo y manteniendo las poblaciones más elevadas.

**Palabras claves:** *Rotylenchulus*, *reniformis*, nemátodo reniforme, plantas ornamentales anatomía de nemátodo reniforme, Escuintla, Sansevieria, Dracaena, Pothos, Schefflera, Scindapsus.

## INTRODUCCIÓN

La producción de plantas ornamentales en Guatemala, forma parte de un grupo de cultivos que desde 1960 más de 500 especies son producidas comercialmente incrementándose anualmente. Una de las razones de su explotación es debido a la demanda del cultivo en el mercado internacional, exportando en 1998 (2) 51.3 U\$, en 1999 53.6 U\$ y hasta agosto de 2000, 40.3 U\$; otra razón de su explotación es su rentabilidad. Las fincas productoras de cultivos ornamentales en los municipios de Escuintla, Masagua y Tiquisate en el departamento de Escuintla y en el municipio de Tiquisate en Suchitepéquez se ven afectadas por el nemátodo *Rotylenchulus* spp, detectado por el Programa de Preinspección Fitosanitaria de la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales. La importancia del nemátodo radica en que la especie *R. reniformis* es una plaga cuarentenada en California por el FDA-USDA, uno de los principales importadores.

La investigación tuvo como objetivo determinar la especie de *Rotylenchulus* asociada a las plantacio-

*La producción de plantas ornamentales en Guatemala, forma parte de un grupo de cultivos que desde 1960 más de 500 especies son producidas comercialmente incrementándose anualmente.*

nes ornamentales de la región mencionada. En la metodología se realizaron muestreos de suelo y raíz, extracciones, preservaciones y montajes para efectuar el estudio anatómico y morfométrico de los nemátodos de acuerdo a las claves consultadas (5, 4, 3, 1), determinando como resultado a la especie *R. reniformis* afectando a los cultivos de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*, *Schefflera luceanne*, *Dracaena sanderana* y *Scindapsus aureus* vars. *Golden* y *Marble Queen*, encontrándose que los dos primeros cultivos son los hospedantes más afectados. Se determinó que en suelos arcillosos las poblaciones tienden a disminuir y son bajas mientras que en suelos Franco o Franco-arenosos las poblaciones son altas. En los cultivos de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*, *Schefflera luceanne* y *Dracaena sanderana* se encontraron poblaciones homogéneas entre machos y hembras mientras que en *Scindapsus aureus* vars. *Golden* y *Marble Queen* las poblaciones se presentaron en su mayoría por hembras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**FASE DE GABINETE:** Se colectó información de las áreas y cultivos ornamentales afectados por la presencia de nemátodos *Rotylenchulus* según los registros del Programa Preinspección Fitosanitaria en Plantas Ornamentales flores y follajes del convenio FAUSAC-MAGA-AGEXPRONT-PIPAA. Se hizo un muestreo por áreas, mediante un cronograma elaborado según el número de fincas afectadas y su ubicación geográfica, iniciando en el mes de julio del 2000 y finalizando en enero del 2001.

## **FASE DE CAMPO**

### **Toma de muestras en el campo**

- A) Se tomó suelo de áreas infestadas a una profundidad de 10-15 cms, a una densidad de 1 submuestra en 10m<sup>2</sup> por cada tablón o cama de cultivo, formando una muestra compleja de 20 submuestras. Además, se colectó suelo para preparación de macetas en invernadero y tener especímenes disponibles para laboratorio.
- B) Se colectaron raíces de plantas infestadas conservando el suelo adherido y las raicillas, en la misma forma y momento que en la toma de muestras en suelo; preservando tejido en macetas para tener especímenes en la identificación.

## **FASE DE LABORATORIO**

- A) Extracción de hembras inmaduras y machos en suelo por el método de doble flotación en azúcar.
- B) Extracción de hembras maduras por los métodos de Macerado-tamizado, Macerado-tamizado-centrifugado y macerado-tamizado-nebulizado.
- C) Se preservaron los especímenes colectados con F.S.4:1, lactofenol o con TAF.
- D) Se prepararon montajes temporales en fresco con formalina al 2%, con lactofenol y con F.S.4:1 y permanentes con F.S.4:1, glicerina y gelatina glicerada.
- E) Determinación de Especie: Para el estudio anatómico y morfométrico de los nemátodos se siguieron claves especializadas de LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. 1990, MAI, W.F.; LYON, H.H. 1975, WILLMOTT, S.; GOOCH,

P.S.; SIDDIQI, M.R.; FRANKLIN, M. Además se realizaron consultas a expertos del USDA para la confirmación de la especie. En el cuadro 1 se muestran las constantes utilizadas para la descripción de los nematodos de acuerdo a las claves mencionadas.

**Cuadro 1.** Símbolos y abreviaciones de las constantes utilizadas para la descripción de los nemátodos según las claves consultadas.

No	Símbolo	Significado	Dimensional o constante
1	L	Largo total del cuerpo	Mm
2	A	Largo total del cuerpo/ancho máximo del cuerpo	Constante
3	B	Largo total del cuerpo/largo del esófago	Constante
4	b'	Largo total del cuerpo/distancia entre la parte anterior del cuerpo a la final de la glándula esofágica.	Constante
5	C	Largo total del cuerpo/largo de la cola	Constante
6	c'	Largo de la cola/ancho del cuerpo en la región del ano.	Constante
7	V	Posición de la vulva desde el inicio del cuerpo en relación al largo del cuerpo	%
8	O	Distancia desde el orificio de la glándula esofágica a la base del estilete en relación al largo del estilete.	%
9	Estilete	En machos	Micras
10	Espicula	En machos	Micras
11	Ancho/V	Ancho del cuerpo en la vulva	Micras
12	Espina/c	Tamaño de la espina o proyección al final de la cola en hembras maduras.	Micras

## RESULTADOS

Las áreas y los cultivos que contemplaron el trabajo de investigación que se encuentran afectadas por *Rotylenchulus* se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especies de plantas ornamentales afectadas por *Rotylenchulus* sp. Y el área de procedencia según los registros del Programa de Preinspección Fitosanitaria.

PROCEDENCIA	ESPECIE ORNAMENTAL (Nombre regional)	ESPECIE ORNAMENTAL (Nombre científico)
ESCUINTLA, ESCUINTLA	Sanderana	<i>Dracaena sanderana</i>
	Pothos golden	<i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Golden</i>
	Photos marble	<i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Marble Queen</i>
MASAGUA, ESCUINTLA	Aglonema	<i>Aglaonema commutatum</i>
	Dracaena	<i>Dracaena sanderiana</i>
	Pothos golden	<i>Scindapsus aureus</i> var. <i>golden</i>
CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA	Oreja de burro	<i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>Laurentii</i>
	Sheflera	<i>Schefflera luceanne</i>
TIQUISATE, ESCUINTLA	Pothos marble	<i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Marble Queen</i>
CHICACAO, SUCHITEPEQUEZ	Teléfono	<i>Philodndron hederaceum</i>
Oreja de burro	<i>Sansevieria trifasciata</i>	var. <i>Laurentii</i>

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ENCONTRADA EN EL ÁREA Y PLANTAS ORNAMENTALES ESTUDIADAS:

**HEMBRA INMADURA:**

De acuerdo a los datos obtenidos en laboratorio y al análisis de lo observado, las hembras inmaduras estudiadas presentan un cuerpo delgado y pequeño en forma de una letra "C", con una longitud promedio de  $L=0.41$  mm,  $a= 21.25$  y para  $b= 4.2$ .

El estilete con longitud promedio de 16 micras, con nódulos basales redondeados; el orificio de la glándula esofágica se localiza detrás de la base del estilete, con un valor promedio para  $o=83.33$ .

La región del esófago posee un bulbo medio ovalado, con aparatos valvulares prominentes, una glándula esofágica que recubre el intestino principalmente en la región ventral, con valor promedio para  $b'= 3.5$ , similar al de *R. reniformis* descrito por Willmott (5).

Las hembras observadas presentan una vulva sin protuberancias labiales, con dos ovarios encorvados, uno anterior y otro posterior a la vulva, con valor promedio para  $V= 68\%$ , encontrándose este valor dentro de los correspondientes a *R. reniformis*. La cola es delgada y corta, de forma conoide y con terminación redondeada con valores promedios para  $c= 15.27$  y  $c' = 2.75$ ,

**MACHO:**

En los machos estudiados se determinó una longitud promedio de  $L = 0.39$  mm, con un valor promedio para  $a= 23$ .

El estile de los machos estudiados mide una longitud promedio de 15.06 micras, el bulbo medio no presenta aparatos valvulares, con valor promedio para  $b' = 3.93$ . Una espicula delgada y alargada, ventralmente arqueada de longitud promedio de 20 micras, la cola de forma conoide y delgada con un valor promedio para  $c= 15.70$ , con gubernáculo lineal no sobresaliente y un ala caudal ventral reducida que no se extiende hasta la punta de la cola.

*De acuerdo a los datos obtenidos en laboratorio y al análisis de lo observado, las hembras inmaduras estudiadas presentan un cuerpo delgado y pequeño en forma de una letra "C", con una longitud promedio de  $L=0.41$  mm,  $a= 21.25$  y para  $b= 4.2$ .*

### HEMBRA MADURA:

Los análisis muestran que las hembras maduras estudiadas tienen el cuerpo ventralmente arqueado, la región posterior no cruza la región del cuello, el cuerpo obeso y en forma de riñón, con valores promedios para  $L = 0.46$  mm, para  $a = 4.54$ .

El estilete con una longitud promedio de 16.5 micras, el bulbo medio de forma ovalada con diámetro promedio de 22.91 micras, el contorno del cuello es irregular. De acuerdo a las claves de Willmott (5) Luc (3) y Mai (4), *R. reniformis* posee un cuerpo obeso y en forma de riñón, ventralmente arqueado, con longitud  $L = 0.38-0.52$  mm, con un valor para  $a = 4.5$ .

La hembra madura obtenida de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*, presenta una vulva con labios prominentes, salientes, con una posición promedio para  $V = 70.672\%$  y un ancho del cuerpo en esta región de 116.5 micras; la espermateca es irregular, posee dos ovarios encorvados. La cola redondeada, con una espina o proyección de una longitud promedio de 9.31 micras al final de la misma; presenta ano semiesférico localizado en posición ventral. Estas características son similares a las de *R. reniformis*.

### LARVA:

El estado larval de los nemátodos estudiados miden una longitud promedio  $L = 0.39$  mm, con valores promedios para  $a = 21.57$ ,  $b' = 3.95$  y  $c = 16.77$ . la cola (a) es más redondeada que en las hembras inmaduras y machos observados.

En el cuadro 3 se muestra un resumen de las medidas correspondientes a cada especie del género *Rotylenchulus* de acuerdo a los símbolos y abreviaciones utilizadas para descripciones en las consultas realizadas (5, 4, 3), así como las medidas obtenidas (promedio/estado de desarrollo) en laboratorio de los nemátodos estudiados.

**Cuadro 3.** Medidas de cada especie del género *Rotylenchulus* descritas por Willmott (5), Mai (4) y Luc (3), y las medidas obtenidas en laboratorio correspondientes a la especie determinada, según símbolos y abreviaciones de las claves consultadas.

Símbolo	Sexo/Estado	Autor	ESPECIES Y VALORES				Promedios sp. analizada
			<i>R. reniformis</i>	<i>R. parvus</i>	<i>R. borealis</i>		
L	H.I	Siddiqi, Mai, S.	0.34-0.42mm	0.25-0.34mm	0.37-0.46mm	0.41mm	
	M	"	0.38-0.43mm	0.38-0.46mm	0.40-0.49mm	0.39mm	
	H.M	"	0.38-0.52mm	0.25-0.36mm	0.4-0.7mm	0.46mm	
	L	"	0.35-0.41mm	—	—	0.39mm	
a	H.I	"	22-27	20-26	22.5-32.5	21.25	
	M	"	24-29	28-32	30.3-40.2	23.65	
	H.M	"	4-5	4-7	4.1-7.4	4.54	
	L	"	20-24	—	—	21.57	
b	H.I	"	3.6-4.3	3.1-3.7	2.5-3.4	4.2	
	H.I.	"	2.4-3.5	2.1-3.0	—	3.5	
b'	M	"	2.8-4.8	3.6-4.0	3.2-4.0	3.93	
	L	"	3.5-4.1	—	—	3.95	
	H.I.	"	14-17	16-20	11.3-14.8	15.27	
c	M	"	12-17	14-23	12-15.8	15.7	
	L	"	12-16	—	—	16.77	

Símbolo	Sexo/Estado	Autor	ESPECIES Y VALORES			Promedios sp. analizada
			<i>R. reniformis</i>	<i>R. parvus</i>	<i>R. borealis</i>	
c'	H.I.	"	2.6-3.4	2-2.7	—	2.75
V	H.I.	"	58-73	60-66	58-65	68
	H.M.	"	58-73	61-66	58-65	70.62
o	H.I.	"	81-106	90-107	—	83.33
Estiote	H.I.	"	16-18 µm	12-14 µm	13-16 µm	16 µm
	M	"	12-15	10	12-14	15.06
	H.M.	"	—	12-15	—	16.5
Espicula	L	"	13-15	—	—	13.62
	M	"	19-23 µm	16 µm	—	20 µm
Ancho/V	H.M	"	100-140 µm	40-80 µm.	—	116.5 µm
Espina/c	H.M.	"	—	0	10-17 µm	9.31 µm

H.I.= Hembra inmadura

M= Macho

H.M.= Hembra madura

L= Larva

M.I.= Micras

H.I.=

M=

H.M.=

L=

µm =

En base a las observaciones, dibujos, análisis anatómico y morfométrico en laboratorio, consultas en las claves de Willmott (5), Mai(4) Luc (3) y Decker (1), y de acuerdo a los resultados de determinación de especies de nemátodos proporcionados por el Dr. Zafar Handoo del USDA en los Estados Unidos basados en los nemátodos preservados en TAF provenientes de los cultivos de *Scindapsus aureus* vars. *Golden* y *Marble Queen*, *Schefflera luceanne*, *Dracaena sandereana* y *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* que se enviaron hacia dicho país con el fin de reconfirmar los resultados, las características anatómicas y morfológicas de la especie en estudio se adecúan dentro de las características correspondientes al nemátodo reniforme.

#### VARIETADES DE PLANTAS ORNAMENTALES AFECTADAS POR LA ESPECIE DETERMINADA Y EL ÁREA DE PROCEDENCIA

En el cuadro 4 se presentan los cultivos en los que se encontró la especie *Rotylenchulus reniformis* y el área de procedencia.

**Cuadro 4.** Variedades de plantas ornamentales afectadas por la especie *R. reniformis* (especie determinada) y el área de procedencia.

No	CULTIVO ASOCIADO	PROCEDENCIA
1	<i>Dracaena sanderana</i>	Escuintla, Escuintla
2	<i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> .	Cuyuta, Masagua
3	<i>Schefflera luceanne</i>	Masagua, Escuintla
4	<i>Scindapsus aureus</i> var. <i>golden</i>	Masagua y Escuintla, Escuintla
5	<i>Scindapsus aureus</i> var. <i>marble queen</i> .	Masagua y Escuintla, Escuintla

## RELACIÓN PARÁSITO-HOSPEDERO

Dentro de las plantaciones de ornamentales estudiadas se determinó que *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* es el hospedante más susceptible a *Rotylenchulus reniformis*, encontrándose poblaciones de hasta 13,260 especímenes/300cc. de suelo en uno de los lotes muestreados de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* en Cuyuta, Masagua; en otros lotes de la misma región y cultivo se encontraron niveles poblacionales de hasta 3,700 especímenes/300cc. de suelo y 336 hembras maduras y larvas/10cc de raíz. *Schefflera luceanne* se considera otro cultivo susceptible encontrándose poblaciones de hasta 3,900 especímenes inmaduros de hembras y machos/300cc de suelo y 263 hembras maduras y larvas/10cc de raíz. En *Scindapsus aureus* var. *Marble Queen* fue escasa la densidad de población, por lo que podría asumir que no apetece mucho las variedades de *Scindapsus aureus* estudiadas.

## RELACIÓN PARÁSITO/SUELO

De acuerdo a los datos obtenidos y a las curvas de registro de población que reportan VIFINEX en un locación dentro del municipio de Masagua y en el municipio de Escuintla donde los suelos son arcillosos los niveles de poblaciones tienden a disminuir y ser muy bajos, mientras que en Cuyuta y otra localidad de Masagua donde los suelos son franco o franco-arenosos las poblaciones tienden a ser altas.

## RELACIÓN MACHO-HEMBRA

Mediante muestreos mensuales en las distintas áreas, se comprobó que una población formada en más del 50% de hembras o más del 50% es formada por machos tiende a descender. La relación macho-hembra de nemátodos de *R. reniformis* en las variedades Golden y Marble Quenn del cultivo *Scindapsus aureus* se presenta en su mayoría por más del 50 % de hembras; en los cultivos de *Sansevieria trifasciata* var. *laurentii* principalmente, *Schefflera luceanney* y *Dracaena sandereana* la relación de machos-hembras en las poblaciones es más uniforme, manteniéndose y permaneciendo las poblaciones más elevadas en comparación a los cultivos anteriores.

En base a que en todas las áreas bajo estudio se presentan las mismas condiciones climáticas se determinó que *Rotylenchulus reniformis* se adapta muy bien a estas condiciones

## RELACIÓN CLIMA-DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE DETERMINADA

En base a que en todas las áreas bajo estudio se presentan las mismas condiciones climáticas se determinó que *Rotylenchulus reniformis* se adapta muy bien a estas condiciones, asimismo se pudo observar que la planta donde se alimenta influye en sus niveles de población, no siendo al final un factor limitante para la especie.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En base a las características anatómicas y morfológicas de los nemátodos del género *Rotylenchulus* en la región de la costa sur de

Guatemala, se determina que la especie encontrada corresponde a *Rotylenchulus reniformis*.

2. *R. reniformis* se encuentra dispersa en los municipios de Escuintla, Masagua y en la aldea Cuyuta en Masagua del departamento de Escuintla.
3. Las especies de plantas ornamentales afectadas por *R. reniformis* en la región bajo estudio son: *Dracaena sandereana*, *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*, *Schefflera luceanne*, *Scindapsus aureus* var. *Golden* y *Marble Queen*.
4. Las poblaciones de *R. reniformis* en las plantas ornamentales asociadas fueron más elevadas en las especies de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* y *Schefflera luceanne*, encontrándose poblaciones de hasta 13,260 nemátodos/300 cc de suelo y 3,900 nemátodos/300cc de suelo respectivamente.
5. La relación macho-hembra en el cultivo de *Scindapsus aureus* variedades *Golden* y *Marble Queen* están formadas en su mayoría por hembras y en los cultivos de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* principalmente, *Schefflera luceanne* y *Dracaena sandeeana* la relación macho-hembra es más uniforme, permaneciendo y manteniéndose las poblaciones más elevadas en comparación a los cultivos anteriormente mencionados.
6. Realizar estudios de la dinámica poblacional de *Rotylenchulus reniformis* en cada cultivo de los que se detectó.
7. Realizar estudios de análisis de riesgo de presencia del nemátodo reniforme en plantas para

exportación dado a que se encuentra en cuarentena.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Director y al personal técnico del programa VIFINEX, a los profesionales, técnicos y administradores de fincas adscritas al programa de Vigilancia Fitosanitaria de la sub-comisión de plantas ornamentales de la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales por todo el apoyo prestado para la realización de la presente investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. DECKER, H. 1981. *Phytonematology; plant nematodes and their control*. Virginia, USA, Amerind Publishing. p. 243-245.
2. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. s.f. Marco legal internacional. Guatemala. s.p.
3. LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. 1990. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Edited by Michel Luc, Richard A. Sikora, John Bridg. London, International Institute of Parasitology, CAB. 700 p.
4. MAI, W.F; LYON, H.H. 1975. *Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes*. 4 ed. New York, USA, Richard E. Rosembaum. p.
5. WILLMOTT, S.; GOOCH, P.S.; SIDDIQI, M.R.; FRANKLIN, M. 1972. *Descriptions of plant-parasitic nematodes*. Editor Sheila Willmott. London, England, William Clowes. s.p.

## CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO EN CUATRO COMUNIDADES DE LA SIERRA DE LOS CUCHUMATANES, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA

*José Miguel Leiva  
Werner A. Ovando*

### **RESUMEN**

El estudio se llevó a cabo en las comunidades de Chojzunil, Quixabaj y Cocolá Grande y Cocolá Chiquito, ubicadas al extremo noreste del municipio de Santa Eulalia, departamento de Huehuetenango. Estas comunidades han sido atendidas desde el año 1996 por el Proyecto Manejo Sostenible de los Recursos Naturales de la Sierra de los Cuchumatanes, PROCUCH. El objetivo del estudio fue determinar la eficiencia económica del sistema así como actualizar toda la información relativa a sus diferentes componentes e interacciones, asimismo, proponer las intervenciones tecnológicas para la mejora del sistema. Se utilizó la metodología de análisis de sistemas sugerida por Hart (1980). El sistema se presenta en altitudes que van de 1,000 a 1,600 msnm, precipitación y temperatura promedio anual de 1,800 mm y 23°C, respectivamente. En el sistema, los componentes principales son el agrícola,

*Las fincas, agrupadas en cooperativas y asociaciones, obtuvieron en el año 2000 la certificación de la empresa Mayacert como fincas productoras de café orgánico.*

pecuario y forestal, los cuales tienen una relación de interdependencia e interactúan con el componente familiar. El sistema se caracteriza porque en todo el proceso productivo se utilizan restos orgánicos producidos en las mismas fincas. Las fincas, agrupadas en cooperativas y asociaciones, obtuvieron en el año 2000 la certificación de la empresa Mayacert como fincas productoras de café orgánico. Aunque toda la atención gira en torno al cultivo de café, en las fincas existen otros cultivos importantes como cardamomo, maíz, frijol, bosque natural, plantaciones forestales y componente pecuario. Se aprecia que los productores tienden a mantener éste sistema de producción y mejorarlo cada vez. La certificación de producción orgánica ha sido un incentivo para mantener el cultivo de café ante la crisis de los precios actuales. Sin embargo, las fincas se están diversificando porque están expandiendo el cultivo de cardamomo observándose una tendencia hacia el manejo de los bosques naturales y la reforestación.

### **Ubicación Geográfica**

Las comunidades de Chojzunil, Quixabaj, Cocolá Grande y Cocolá Chiquito se encuentran ubicadas al extremo noreste del municipio de Santa Eulalia, departamento de Huehuetenango.

### **Aspectos Biofísicos**

El sistema café orgánico se presenta en una zona escarpada con suelos muy frágiles, poco profundos, de textura franco-arcillosa, con alta pedregosidad. Las pendientes son superiores a 30% y el rango de

altitud oscila entre 1,000 a 1,600 msnm. La vegetación asociada corresponde a bosques mixtos compuestos con especies como Pino (*Pinus sp*), Palo negro (*Quercus spp*), Cola de Coche (*Pithecollobium arboreum*) Liquidambar (*Liquidambar styraciflua*) Capulín (*Mutingia calabura*), Cushín (*Inga sp*), Guachipilín (*Diphysa sp*), Zapotillo (*Clethra sp.*) y Cedro (*Cedrela sp*). Por ser un área montañosa y no tener acceso directo por carretera, aún se conservan los bosques que tienen potencial para ser manejados. El 95% de las fincas están expuestas a la erosión, por lo cual han implementado prácticas de conservación de suelos, principalmente terrazas y barreras vivas.

### **Características Socioeconómicas**

Las familias asociadas al sistema Café Orgánico hablan los idiomas Castellano y Kanjobal. La vivienda en su mayoría se compone 3 ambientes; el 100% de las viviendas usan techo de lámina. El 63% las viviendas tienen paredes de madera, mientras que el 30% y el 4% son de block y adobe, respectivamente. El 80% de las viviendas tienen piso de tierra y el 20% de cemento. La mayoría de las fincas tienen letrina, cocina, bodega, gallinero, porqueriza y aprisco. El suministro de agua es en un 80% entubada y no hay servicio de energía eléctrica. Un 63% de la población han cursado estudios de primaria, mientras que un 4% estudios básicos. Un 66% de la población asociada al sistema ha tenido acceso a programas de capacitación del PROCUCH especialmente en los temas agrícola, pecuario y forestal.

## Análisis de los Componentes del Sistema

### Componente Familia

El grupo familiar promedio del sistema café orgánico está compuesto por 8 miembros. La población económicamente activa que participa en las actividades productivas del sistema se encuentra en el rango de 12 a 60 años de edad.

La familia es la principal fuerza de trabajo en las labores agropecuarias y forestales en el sistema, en donde existe una marcada división del trabajo. Así, el hombre y el niño dedican alrededor de 2.5 horas diarias en actividades agrícolas como preparación de almácigos, siembra, cuidados, cosecha, transformación y transporte; mientras que la mujer y la niña dedican alrededor del 2 horas diarias de su tiempo en el mismo componente. En las actividades pecuarias, la mujer utiliza 2 horas diarias de su tiempo para atender los animales domésticos. Las actividades forestales son exclusivamente atendidas por el hombre. Mientras que para otras actividades que incluyen las domésticas, la asistencia a la escuela, la participación comunitaria, entre otras, el hombre dedica 2 horas de su tiempo, la mujer 4 horas, el niño 3 horas y la niña 4 horas diarias, respectivamente. El salario mínimo para las labores agrícolas está por debajo de lo autorizado para el trabajo en el campo. (Cuadro 1).

Los gastos de reproducción simple (GRS) promedio, que representan el dinero necesario para satisfacer las necesidades básicas del grupo familiar ascienden a Q. 956.25/mes, que equivalen a Q. 11,475/año; y se destinan para cubrir las siguien-

*En las actividades pecuarias, la mujer utiliza 2 horas diarias de su tiempo para atender los animales domésticos.*

*Las actividades forestales son exclusivamente atendidas por el hombre*

tes necesidades: alimentación (100%), educación (83.33%), salud (83.33%), vestuario (75%), mantenimiento de la vivienda (29.17%), otros gastos como ahorro, recreación e inversión (20.83%). Para un grupo familiar promedio de 6 miembros, la cifra no es suficiente para que una familia pueda sostener sus actividades básicas, por lo que todos se ven en la necesidad de aportar su mano de obra para las labores agrícolas y pecuarias.

**Cuadro 1.** Aporte de mano de obra familiar por sexo-género en el Sistema Café Orgánico

Sexo genero	Valor del Jornal (Q)	Mano de Obra por Componente (%)				Total (%)
		Agrícola	Pecuario	Forestal	Otro	
Hombre	14.2	30.14	24.66	16.44	28.76	100.00
Mujer	13.85	20.83	29.17	2.08	47.92	100.00
Niño	13.15	33.33	24.07	1.85	40.75	100.00
Niña	13.25	17.65	23.53	0.00	58.82	100.00

**Tenencia y distribución del uso de la tierra en el sistema Café Orgánico**

En este sistema la totalidad de las fincas son de propiedad privada. El tamaño promedio de la finca es de 161.39 ha; destinando 7.68 cuerdas para la vivienda y usos múltiples; el componente agrícola se divide en: 32.58 cuerdas para cultivos limpios y 46.38 cuerdas para arreglo agroforestal; no hay espacio destinado para el componente pecuario, excepto el que rodea la vivienda; el componente forestal es el que ocupa mayor proporción de la propiedad con 60.96 cuerdas de bosque natural y 2

cuerdas reforestadas. En promedio la tierra no utilizable es de 12 cuerdas las cuales se tienen como reserva de tierra para utilizarla cuando consideran conveniente. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Distribución del Uso de la Tierra en el Sistema Café Orgánico

COMPONENTE	AREA		%
	Cuerdas	Has.	
Vivienda	7.68	0.3387	4.76
Agrícola	78.96	3.4821	48.92
Pecuario	0.00	0.0000	0.00
Forestal	62.96	2.7765	39.01
Tierra no utilizable	11.79	0.5199	7.31
<b>TOTAL</b>	<b>161.39</b>	<b>7.1172</b>	<b>100.00</b>

*El cardamomo es un cultivo cuya rentabilidad lo hace económicamente atractivo, su manejo es bastante extensivo y el gasto en insumos es mínimo*

### Componente Agrícola

En este sistema los principales cultivos son café y cardamomo, en arreglo agroforestal y cuya producción se destina exclusivamente a la venta. Al mismo tiempo, se producen cultivos limpios como maíz y frijol, cuya producción constituye la base de la dieta alimenticia de las familias.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis económico de los diferentes cultivos encontrados en el sistema Café Orgánico. Los cultivos de maíz y maíz-frijol presentan rendimientos por cuerda bajos y la inversión no compensa con los ingresos obtenidos en estos cultivos, por

lo cual la rentabilidad no es favorable al productor. Además, el precio de venta de la producción de café orgánico es poco atractivo para fomentar la adopción de esta forma de producción, si se compara con el precio del café convencional que en las condiciones de la región tiene casi el mismo precio. El cardamomo es un cultivo cuya rentabilidad lo hace económicamente atractivo, su manejo es bastante extensivo y el gasto en insumos es mínimo; el producto se corta verde y no lleva ningún proceso de transformación que le dé mayor valor agregado. Sin embargo, al igual que sucede con el café el precio está determinado por el mercado y depende de la oferta disponible, la comercialización se realiza con intermediarios quienes reciben mayor beneficio al transformarlo y comercializarlo.

CUADRO 3. Costos, Ingresos y Rentabilidad de los principales cultivos en el Sistema Café Orgánico.

Cultivo	Frecuencia (%)	Área cultivada (cuerdas)	Rendimiento (por cuerda)	Precio de Venta por Unidad (Q)	Ingreso Bruto (por cuerda)	Costo de Producción (por cuerda)			Rentabilidad (%)
						MO	Insumos	Total	
Café	100	39.52	0.59 qq perg.	396.67	234.04	252.78	83.33	336.11	- 30.37
Cardamomo	66.67	10.76	1.21 qq uva	396.15	479.34	103.76	21.67	125.43	282.16
Maíz	62.5	20.41	1.03 qq	106.43	109.98	138.47	97.00	235.47	- 53.29
Frijol	37.5	6.40	0.91 qq	342.86	312.00	120.32	31.81	152.13	105.09
Maíz y frijol	29.17	15.86	1.12 qq maíz	106.43	215.20	148.13	102.43	250.56	- 14.11
			0.28 qq frijol	342.86					

## Componente Pecuario

El componente pecuario en éste sistema está compuesto por gallinas, cerdos, algunos equinos y bovinos. Los animales representan un aporte a la dieta familiar como fuente de proteína animal, y en algunos casos como una fuente de ingresos en casos de necesidad; generalmente los lotes de animales son pequeños y la atención que reciben consiste en vacunado y desparasitado de una a dos veces al año.

De acuerdo a los resultados del análisis económico el mantenimiento de gallinas y cerdos no tienen ninguna ventaja económica; las familias invierten más en el mantenimiento y los beneficios económicos que se perciben son muy mínimos. En este sistema la manutención de animales domésticos está relacionada a aspectos culturales y de alguna manera, los animales se mantienen para el autoconsumo familiar ocasionalmente. Por otro lado, los animales mayores (equinos y bovinos) contribuyen con ingresos económicos al sistema por concepto de abono orgánico que se emplea para el cultivo de café y cardamomo. Ambas especies producen anualmente entre 20 y 50 quintales de estiércol. Además, las familias obtienen leche para su propio consumo, en tanto que los equinos aportan ingresos ya que se alquilan para transporte de insumos, productos agrícolas, materiales de construcción y leña. (Cuadro 4).

CUADRO 4. Costos, Ingresos y Rentabilidad de las especies pecuarias en el Sistema.

*De acuerdo a los resultados del análisis económico el mantenimiento de gallinas y cerdos no tienen ninguna ventaja económica; las familias invierten más en el mantenimiento y los beneficios económicos que se perciben son muy mínimos.*

Especie	No. de unidades	Ingreso Bruto	BrutoCosto de Producción			Rentabilidad (%)
			MO	Insumos	Total	
Gallinas	17.68	1,457.47	774.08	728.95	1,503.03	- 3.03
Porcinos	2.50	981.25	570.49	695.14	1,265.63	- 22.47
Equinos	1.33	9,577.14	1,596.43	261.43	1,857.86	415.49
Bovinos	1.00	840.00	675.00	100.00	775.00	8.39

### Componente Forestal

En éste sistema de producción existe un área promedio de bosque natural de 63 cuerdas. La principal especie forestal utilizada como sombra del café es el Chalum o Cushín (*Inga spp*). Solamente un 20% de las fincas han implementado algunas prácticas de manejo forestal, especialmente protección contra incendios forestales. En las porciones de bosque natural de las fincas, las principales especies forestales dominantes son Pino (*Pinus sp*), Palo negro (*Quercus spp*), Cola de Coche (*Pithecollobium arboreum*) Liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), Capulín (*Mutingia calabura*), Cushín (*Inga sp*), Guachipilín (*Diphysa sp*), Zapotillo (*Clethra sp.*) y Cedro (*Cedrela sp*). Los propietarios de las fincas extraen en promedio 2 árboles por año para usarlos como leña y en algunos casos para las reparaciones de sus casas. El 85% de la procedencia de la madera es de sus propias fincas; mientras el 15% procede de los bosques comunales. Los productores reciben asistencia técnica forestal dos veces por año.

Respecto a los servicios y beneficios del bosque, la mayoría de las familias asociadas al sistema Café Orgánico, piensan que éste brinda principalmente protección al suelo y ayuda a la

*El 100% de las familias piensan que la pérdida de los bosques genera problemas, incidiendo principalmente en la escasez de leña, erosión del suelo y pérdida de la biodiversidad vegetal.*

conservación del agua; lo consideran importante también como refugio de la fauna silvestre. El 100% de las familias piensan que la pérdida de los bosques genera problemas, incidiendo principalmente en la escasez de leña, erosión del suelo y pérdida de la biodiversidad vegetal. Para la mayoría de los productores la falta de recursos económicos es el principal obstáculo para manejar el bosque técnicamente. Un 95% de los productores realizan aprovechamientos forestales e indican que conocen y respetan las normas para el aprovechamiento de los bosques. En este caso, la alcaldía auxiliar y la municipalidad son quienes autorizan los aprovechamientos forestales. Únicamente 18% de los beneficiarios participan en el Programa de Incentivos Forestales indicando como razón fundamental que les interesa la actividad forestal. La mayoría indicó que piensan aprovechar los árboles para obtener madera y tenerlos como reserva.

El resultado del análisis económico del componente forestal en el sistema Café Orgánico presenta una rentabilidad alta (409.23%), en cuyo caso debe considerarse que los bosques por su condición natural no reciben ninguna inversión. Además, los productores tienen únicamente una visión extractiva del bosque como proveedor de bienes (madera y leña), por lo cual éste recurso natural no recibe ninguna inversión, mas que el costo de su aprovechamiento. (Cuadro 5).

CUADRO 5. Costos, Ingresos y Rentabilidad del componente forestal en el sistema café orgánico.

Area		Ingreso Bruto (Q)	Costo de Producción (Q)	Ingres Neto (Q)	Rentabilidad (%)
Cuerdas	Has.				
62.96	2.7776	1650.00	324.02	1325.98	409.23

### Análisis de estructura y funcionamiento del sistema

En la Figura 1 se presenta el modelo de finca para un estudio de caso del Sistema Café Orgánico de la región. En términos de estructura y funcionamiento el sistema está integrado por nueve componentes (familia, gallinas, equinos, bosque natural, reforestación, maíz asociado, café con sombra, cultivo de cardamomo y abonera). Todos los componentes del sistema tienen interacciones de tipo directo e indirecto. El sistema tiene un área de 171.0 cuerdas de las cuales el 35% (60 cuerdas) corresponden al cultivo de café con sombra y otro 35% a bosque natural.

La familia compuesta por 6 miembros, reporta un GRS de Q 1,000.00/mes, esto equivale al 44% de las entradas del componente; recibe Q 1,100.00 en concepto de Incentivo Forestal que equivale a 4% de las entradas. El autoconsumo de productos agropecuarios representa el 19% de sus necesidades, la leña que proviene tanto del bosque como de los árboles de sombra del cafetal representa el 10% de sus entradas y constituye un costo evitado, por último, el uso de tracción animal para transporte de carga constituye el 23% de las entradas a la familia. Las salidas del componente son en concepto de mano de obra para atender las diferentes actividades del sistema (59%) y el resto corresponde a venta de mano de obra fuera

de la finca para cubrir los gastos del mantenimiento de la familia. En resumen, la eficiencia del componente familia es de 65%, debido a que el valor de la mano de obra que se produce no compensa los gastos de manutención de la familia.

La dieta básica de la familia se produce dentro de la finca con el cultivo de maíz asociado, las entradas al componente las constituye la mano de obra familiar (60%) y el resto corresponde al uso de abono orgánico producido en la finca, como fertilizante. El 75% de la producción se destina al autoconsumo familiar, mientras que el resto se utiliza en la alimentación de las especies pecuarias. La eficiencia del cultivo de maíz asociado es de 108%, debido a que los rendimientos de maíz y de frijol son aceptables; esto significa que por cada quetzal que se invierte en este componente, se tiene una ganancia de Q. 8.00.

El cultivo de café orgánico demanda de una gran cantidad de mano de obra familiar (16%) y contratada (22%). El productor tuvo acceso a crédito agrícola que representa 23% de las entradas al componente, el abono orgánico contribuye con el 35% e hicieron gastos por concepto de insumos agrícolas equivalentes al 4%. La única salida del componente es en concepto de venta de café pergamino a la Cooperativa Chojzunil, por un monto de Q 13.500.00. La eficiencia del cultivo de café es mala (78%), es decir que por cada quetzal invertido se tiene una pérdida de 22 centavos; esto se debe al bajo rendimiento en la producción de café (0.50 qq pergamino/cuerda) y al bajo precio del mismo que aún contando con certificación orgánica, no supera los Q 450.00/qq.

*El 75% de la producción se destina al autoconsumo familiar, mientras que el resto se utiliza en la alimentación de las especies pecuarias.*

La certificación orgánica de la producción exige la cero utilización de insumos químicos para la producción, así que los insumos para fertilizar la tierra y controlar plagas y enfermedades deben generarse dentro de la finca con un enfoque orgánico. Esto sugiere la incorporación de la abonera como un nuevo elemento al sistema. La hojarasca y restos vegetales de los árboles de sombra, al mezclarlos con estiércol, cascarilla de café y tallos de guineo, se utilizan para preparar el compost necesario para reincorporar los nutrientes al suelo. Esto demanda gran cantidad de tiempo y esfuerzo (60%), con respecto a los insumos que generalmente son desechos de los otros componentes. La eficiencia de la abonera es de 615%, debido al valor de mercado del compost que se produce y tiene un impacto significativo en ahorro de gastos por concepto de insumos agrícolas.

Los árboles de sombra en el cultivo de café orgánico proveen leña para la familia, mientras que la hojarasca y restos vegetales se utilizan para preparar compost, al mezclarlos con estiércol, cascarilla de café y tallos de guineo; la eficiencia para este componente es de 150%, debido al valor de la leña consumida por la familia.

El cultivo de cardamomo, es altamente eficiente (389%), debido a que no requiere de insumos y su manejo es extensivo y no requiere transformación pues se comercializa directamente después del corte, por el momento, su precio con los intermediarios, alcanza Q 400.00/qq uva y cada vez mas productores se interesan en su cultivo.

En cuanto al componente pecuario, las gallinas tienen una eficiencia de 84.30%, debido a que los

*El cultivo de cardamomo, es altamente eficiente (389%), debido a que no requiere de insumos y su manejo es extensivo y no requiere transformación pues se comercializa directamente después del corte.*

gastos de su cuidado y alimentación no se cubren con el valor de la producción que se divide en estiércol para la abonera (4%), carne y huevos tanto para consumo familiar (48%) como para venta (48%); la eficiencia del componente equinos es de 410% y se debe a que la tracción animal para transportar carga es una necesidad para el sistema, puesto que el acceso a la comunidad es únicamente por medio de "caminos de herradura" y además se obtiene estiércol para elaboración de compost.

Este sistema presenta a la reforestación como un nuevo elemento del componente forestal. El propietario ha reforestado 8 cuerdas de terreno bajo el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), los gastos de establecimiento son de aproximadamente Q. 71.00 por cuerda, de los cuales el 26% corresponde a insumos forestales (compra de arbolitos en pilón) y el resto a mano de obra familiar. Nótese en la Figura 1 que el componente aún no tiene salidas y en consecuencia su eficiencia es cero porque la producción forestal implica una inversión a mediano o largo plazo, dependiendo de que fines tenga la plantación (producción de leña o de madera). En todo caso, el incentivo forestal cumple su función al motivar a los propietarios para desarrollar nuevas actividades productivas, en este caso el incentivo fue de Q 1,100.00 y se utilizó para complementar la economía familiar. Por otro lado, la porción de bosque natural con una extensión de 60 cuerdas, no recibe ningún tipo de manejo y únicamente es fuente de madera y leña para consumo familiar, por ello su eficiencia es de 600%.

El sistema Café Orgánico tiene una eficiencia general de 109.05%, es decir, el productor obtuvo

*El incentivo forestal cumple su función al motivar a los propietarios para desarrollar nuevas actividades productivas, en este caso el incentivo fue de Q 1,100.00 y se utilizó para complementar la economía familiar.*

una ganancia de Q. 9.00 por cada quetzal invertido en todo el sistema de producción. La eficiencia del sistema se considera baja toda vez que los insumos y mano de obra que recibe el cultivo de café no compensan con los ingresos que se obtienen, a pesar de ser un cultivo que posee certificación para su exportación. En términos comparativos, el cultivo de cardamomo parece mejor en el sistema ya que recibe pocos insumos. El rendimiento y el precio del producto está mejor posicionado en el mercado. (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Resumen del Flujo de Entradas y Salidas del Sistema Café Orgánico.

Entradas al sistema			
Rubro	Monto (Q.)	%	Destino
Insumos agrícolas	650.00	2.77	C. Agroforestal (Café)
Gastos de Reproducción Simple	12,000.00	51.07	C. Familia
Crédito agrícola	4,000.00	17.02	C. Agroforestal (Café)
Incentivo Forestal	1,100.00	4.68	C. Familia
Insumos pecuarios	400.00	1.70	C. Pecuario (Equinos)
Insumos forestales	144.00	0.61	C. Forestal (Reforestación)
Mano de obra contratada	5,205.00	22.15	C. Agroforestal
<b>Total</b>	<b>23,499.00</b>	<b>100.00</b>	
Salidas del sistema			
Rubro	Monto (Q.)	%	Procedencia
Café pergamino	13,500.00	52.68	C. Agroforestal (Café)
Cardamomo uva	2,800.00	10.93	C. Agroforestal (Cardamomo)
Carne y huevos	1,126.00	4.39	C. Pecuario (Gallinas)
Alquiler de tracción animal	1,000.00	3.90	C. Pecuario (Equinos)
Venta de mano de obra	7,200.00	28.1	C. Familia
<b>Total</b>	<b>25,626.00</b>	<b>100.00</b>	

Finalmente, para el Sistema Café Orgánico se proponen las siguientes intervenciones de mejora:

- a) Promover la producción forestal a través de proyectos PINFOR (manejo de bosques y de plantaciones) como una alternativa adicional de producción en las fincas,
- b) Asignar valor agregado a la producción de cardamomo,
- c) Promover el uso de estructuras de conservación de suelos en los cultivos limpios,
- d) Capacitar a los agricultores en tecnologías de producción orgánica,
- e) Mejorar el manejo de las especies pecuarias, especialmente los animales de carga,
- f) Implementar el uso de estufas ahorradoras de leña,
- g) Capacitación sobre uso y conservación del bosque,
- h) Promover programas educativos sobre salud reproductiva a nivel familiar,
- i) Alianzas estratégicas para mercados más seguros para los productos agrícolas,
- j) Promover programas equitativos de capacitación dirigidos al núcleo familiar.

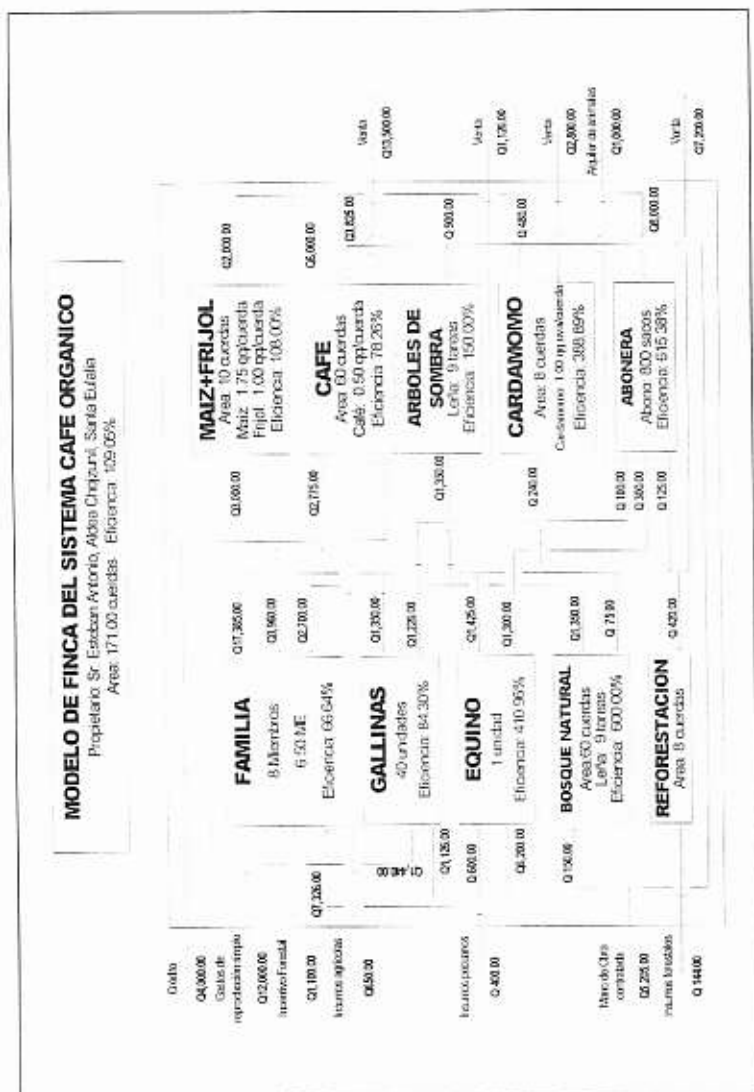


Figura 1. Modelo de finca del Sistema Café Orgánico

ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA ESTIMACIÓN  
DE BIOMASA Y CUANTIFICACIÓN  
DE CARBONO PARA *Vochysia guatemalensis*,  
*Calophyllum brasiliense* y *Cybistax*  
*donnell-smithii* EN BOSQUES NATURALES  
DE GUATEMALA

Glenda Amarilis Lee Pinto  
Edwin Cano  
Roderico Estrada Muy

**RESUMEN**

Los países industrializados son los principales causantes del incremento de la concentración de los gases de efecto de invernadero en la atmósfera, esto no excluye a Guatemala ya que sus procesos industriales, la deforestación y otras actividades contribuyen al deterioro ambiental y a la emisión de gases de efecto de invernadero. La información utilizada para estimación de biomasa en bosques de Guatemala ha sido realizada a partir de modelos desarrollados en otros países; por eso es importante contar con modelos propios de especies forestales que permitan estimar la biomasa presente en sus bosques. Se realizó una investigación en bosques naturales de Guatemala con tres especies de latifoliadas: *Vochysia guatemalensis*, *Calophyllum bra-*

*siliense* y *Cybistax donnell-smithii*. Las especies seleccionadas son de importancia económica y forestal para Guatemala y para el Instituto Nacional de Bosques –INAB–, no solo por sus características de rápido crecimiento sino también por los registros que el Programa de Incentivos Forestales –PINFOR– indica desde 1997. Se utilizó una metodología destructiva para obtener las muestras de campo. Se extrajeron submuestras de los estratos fuste, corteza, hojas, ramas y ramillas que fueron sometidas a un proceso de secado en hornos para obtener peso seco y finalmente ordenar, tabular y analizar los datos para generar los modelos por especie y uno general para latifoliadas. Se emplearon 20 árboles por especie (60 unidades de muestreo); a cada cual se le tomó 3 submuestras de los 5 estratos (total de 900 submuestras).

## INTRODUCCIÓN

El deterioro del ambiente ocasionado por la concentración de gases como Dióxido de Carbono, Metano y otros emitidos a la atmósfera como resultado de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón), procesos industriales y otros, han obligado a los países desarrollados a mitigar o reducir sus emisiones a la atmósfera, ya que de no hacerlo el incremento de estos gases podría traer consecuencias drásticas al ambiente y provocar un cambio de clima irreversible.

La venta de Carbono, proveniente de países en desarrollo, es una de las herramientas que se están promoviendo actualmente, para que países industrializados con la obligación de mitigar o reducir el

impacto de la emisión de gases puedan hacerlo al adquirir los créditos por el Carbono fijado o no emitido según la índole de los proyectos (plantaciones forestales, energía renovable, cambio del uso del suelo); este tipo de proyectos encajan en los llamados Mecanismos de Desarrollo Limpio -MDL- establecidos en el Protocolo de Kyoto (1997).

Las plantaciones forestales se sugieren como alternativas para la fijación de Carbono por ser ecosistemas cuyo manejo se orienta a maximizar el volumen en madera por unidad de área, lo que da como resultado una fijación de Carbono elevada (2).

En materia forestal, la forma de estimar el Carbono fijado ha sido a través del uso de ecuaciones de cuantificación de biomasa y han sido diseminadas por FAO según la publicación «A Primer for Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests» por Sandra Brown en 1996 (1).

Guatemala no ha desarrollado estudios específicos con el fin de estimar la biomasa que genera un bosque. Además, estadísticamente no es válido utilizar ecuaciones estimadas con base en muestras de poblaciones de otros países debido a la variabilidad de condiciones tanto físicas como ambientales de cada país.

En esta investigación se hizo una cuantificación de biomasa total, arriba del suelo en tres especies latifoliadas en bosques naturales: (*Vochysia guatemalensis*), (*Calophyllum brasiliense*) y (*Cybistax donnell-smithii*). Las áreas de acción fueron Morales, Izabal; Ixcán Playa Grande, Quiché; Nueva Concepción, Escuintla y Suchitepéquez. Con los modelos para cada especie, se pudo determinar los factores

*Guatemala no ha desarrollado estudios específicos con el fin de estimar la biomasa que genera un bosque.*

de índices de expansión que se utilizaron para cuantificar el Carbono fijado por las especies en estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### MATERIALES

Bolsas de polietileno, lazos, balanzas, vehículo, combustibles, motosierra, clinómetro, cinta métrica, cinta diamétrica, machetes, costales, encendedores, marcadores, boletas de campo, boletas de laboratorio, hornos de convección, papel periódico, bolsas de papel, tape.

### MÉTODOS

Las especies de latifoliadas San Juan (*Vochysia guatemalensis*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*) y Palo Blanco (*Cybistax donnell-smithii*), se seleccionaron según la distribución natural de las especies, con base en la información proporcionada en el Registro Nacional Forestal del INAB, así como con las distintas Regiones y Subregiones del INAB. Posteriormente, se contactaron las fincas con bosques de las especies a investigar y que tenían autorizadas licencias para aprovechamiento; se programaron visitas de acuerdo a las fechas de aprovechamiento de cada cual. En total, las áreas muestreadas fueron Morales, Izabal; Ixcán Playa Grande, Quiché; Nueva Concepción, Escuintla y Suchitépéquez.

### CARACTERÍSTICAS PARA SELECCIÓN DE ÁRBOLES

Las características de los árboles muestreados

giraron en torno a aquellos dentro del rango del diámetro a la altura de pecho de las clases diamétricas evaluadas. La copa de los árboles fue de preferencia uniforme (simétrica). Y los que no, presentaban síntomas de plagas o enfermedades. El fuste era recto. Además se realizó en fincas que tenían autorizadas licencias para aprovechamiento de las especies de interés; de esta manera una vez el árbol yacía en el suelo, la finca procedió a aprovecharlo en su cadena de producción.

### **TIPO DE MUESTREO**

El muestreo implementado en esta investigación fue el Selectivo o Preferencial.

### **UNIDADES DE MUESTREO**

La unidad de muestreo para este caso fue cada árbol seleccionado, el cual fue sometido al procedimiento que se describe en el siguiente inciso.

### **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Por ser un trabajo pionero, el tamaño de la muestra se definió considerando tres aspectos fundamentales: económicos, técnicos y funcionales. Se seleccionaron 4 árboles por clase diamétrica; (5 clases diamétricas), se tuvo 20 árboles o unidades de muestreo por cada especie. De cada unidad de muestreo se obtuvieron submuestras, distribuidas así: 3 submuestras de hojas, 3 submuestras de ramas, 3 submuestras de ramillas, 3 submuestras de fuste y 3 submuestras de corteza. El análisis se hizo sobre 900 submuestras (300 submuestras de cada especie).

## VARIABLES

- a. **VARIABLES PRIMARIAS:** bajo esta categoría se consideraron las variables: diámetro a la altura del pecho (DAP) a 1.30 m. del suelo aproximadamente; altura del árbol en pie (m); longitud del árbol (m) (posteriormente derribado); diámetro a cada dos metros (árbol derribado); masa de ramas, ramillas y hojas en Kg.
- b. **VARIABLES DERIVADAS:** densidad aparente de la madera  $g/cm^3$ , volumen de fuste en  $m^3$ , masa seca de ramas, ramillas y hojas en Kg.

## CLASES DIAMÉTRICAS (Cuadro 1).

### FASE DE CAMPO

**MEDICIÓN DEL DAP:** a cada uno de los árboles se le midió el diámetro a la altura del pecho (1.30 m), para lo cual se utilizó cinta diamétrica.

**MEDICIÓN DE LA ALTURA:** a cada árbol se le midió la altura en pie con un hipsómetro a una distancia entre 15 y 20 m que es lo recomendado para utilizar este instrumento; la distancia específica de medición dependió de la altura de cada árbol.

**DERRIBO DEL ÁRBOL:** se despejó el sitio de caída del árbol. El corte se realizó aproximadamente a 0.30 m de altura del suelo utilizando una motosierra; sin embargo, en algunos casos el corte se hizo entre 0.40 y 0.70 m debido a las condiciones de sitio.

**MEDICIÓN DE LONGITUD:** una vez derribado el árbol, se procedió a medir la longitud del mismo con una cinta métrica tomando en cuenta la altura del tocón. Todas las medidas se hicieron desde el suelo.

**DESRAMADO:** este procedimiento se hizo utilizando una motosierra para ramas grandes y machete para ramas pequeñas. Todo el desramado se realizó teniendo el cuidado de quitar las ramas y ramillas sin destruirlas.

**SEPARACIÓN DE RAMAS Y RAMILLAS:** se hizo una clasificación de ramas y ramillas considerando el diámetro de las mismas, de la siguiente manera: Ramas > de 2 cm y Ramillas diámetro < de 2 cm.

**MEDICIONES EN EL FUSTE:** se procedió a medir el diámetro del fuste a cada dos metros de distancia desde el tocón, hasta el extremo superior del mismo. Posteriormente se tomaron tres (3) submuestras de rodajas; una del tocón, una de la parte media y otra de la parte alta del árbol. Cada rodaja tenía un grosor aproximadamente de 1.5 pulgadas (3.8 cm). Las rodajas se obtuvieron utilizando la motosierra.

Posteriormente se procedió a identificar cada rodaja con un marcador permanente, se anotó la localización y número del árbol, así como el número de rodaja. Esto se hizo con el fin de identificarlos y que no existiera ningún inconveniente en separarse o mezclarse con rodajas de otros árboles.

Inmediatamente después de cortar las rodajas, se colocó cada una en bolsas de polietileno y se obtuvo por separado el peso fresco de las mismas, utilizando para ello una balanza colgante. Posteriormente se identificó cada bolsa que contenía las rodajas, las submuestras permanecieron en bolsas de polietileno para evitar pérdida de humedad; y se hizo todo esfuerzo posible para mantener las rodajas lejos de la luz solar.

Se colocaron todas las rodajas de un mismo árbol en un costal grande (o en varios si se trataba de un árbol grande), de manera que todas las submuestras obtenidas se ordenaron por árbol.

**MUESTREO DE HOJAS:** se procedió a deshojar cada rama y ramilla de los árboles totalmente. Posteriormente, las hojas se colocaron en sacos de polietileno para pesarlas en el campo, para ello se utilizó una balanza colgante. Los pesos obtenidos en el lugar de aprovechamiento se consideraron como el peso húmedo total de hojas.

Se colectaron tres (3) submuestras del total de hojas previamente pesado en húmedo. Las submuestras se colocaron en bolsas de polietileno se sellaron y se identificaron. Luego se pesaron para registrar el peso fresco en campo. Posteriormente, se trasladaron a los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Departamento de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad del Valle de Guatemala para el trabajo de laboratorio que se describe posteriormente.

**MUESTREO DE RAMAS Y RAMILLAS:** una vez clasificadas las ramas y ramillas, se procedió a colocarlas en lazos y en algunas ocasiones en costales para pesarlas usando la balanza colgante. En este caso, los valores obtenidos eran los pesos frescos totales tanto de ramas como de ramillas.

Al igual que en los casos anteriores, se obtuvieron tres (3) submuestras de ramas y tres (3) submuestras de ramillas respectivamente; se procedió a su identificación y sellado. Finalmente cada

submuestra se pesó en campo para obtener su peso fresco y luego se prepararon para su traslado al laboratorio.

## **FASE DE LABORATORIO**

### **SECADO DE SUBMUESTRAS**

Luego de haber concluido cada visita de campo de recolección de las submuestras, se trajeron a la ciudad y se almacenaron en el cuarto frío del Banco de Semillas Forestales –BANSEFOR- ya que de esta manera se preservaron mejor las submuestras y se evitó la descomposición de las mismas. Seguido a esto, se trabajaron los árboles en el mismo orden de campo y por separado para evitar mezcla o pérdida de ellas. Las submuestras se procesaron y se sometieron al secado en hornos en los laboratorios de las Universidades de San Carlos y del Valle de Guatemala simultáneamente.

Se procedió a trasladar las submuestras (a excepción de las provenientes del fuste) a bolsas de papel (previamente pesadas e identificadas con los mismos datos de campo).

Una vez en bolsas de papel, se procedió a pesar cada una de las submuestras en una balanza con escala electrónica. Los pesos obtenidos se registraron en la boleta de datos de laboratorio.

Las submuestras de hojas y ramillas se colocaron en los hornos de convección a 80°C y se registraron datos de pesos secos diariamente hasta lograr obtener un peso constante. Para el caso de ramas, la temperatura estuvo entre 80 y 100°C.

## ANÁLISIS DE SUBMUESTRAS DE RODAJAS DE FUSTES

### A) ANÁLISIS DE BIOMASA

- a) Se analizaron las rodajas de los fustes en el orden en que fueron cortados en el campo.
- b) Se determinaron diámetros medios (desde la médula) de cada rodaja, con y sin corteza. Se tomaron de seis a ocho medidas de diámetros para obtener un promedio aceptable. Se había propuesto tomar rodajas extras si éstas eran irregulares de algún extremo, sin embargo, no hubo necesidad de hacer esto; es decir sólo se tomó una rodaja de cada segmento de fuste por la uniformidad de las mismas.
- c) Se procedió a retirar la corteza de cada rodaja. La forma más simple fue utilizando las puntas de las tijeras para desramar.
- d) Inmediatamente se obtuvo el peso húmedo (gramos) de ambos, rodaja de madera y corteza, para ello se utilizó la balanza más adecuada, ya que se contaba con balanzas colgantes y digitales.
- e) Se colocó la madera y corteza en un recipiente con agua por un período de una a dos horas para llenar las células de la superficie con agua. Esto se hizo para prevenir la absorción y adsorción de agua durante la determinación de volumen.
- f) Se procedió a sacar del agua tanto las rodajas como las cortezas y se removió el exceso de agua utilizando papel absorbente.

## **B) ANÁLISIS DE VOLUMEN**

Se determinó el volumen por el método de Heinrichs y Lassen (1970).

## **C) ANÁLISIS DE SUBMUESTRAS POST SECADO (SOLO SE REALIZÓ UNA VEZ)**

- i) Una vez las submuestras alcanzaron un peso constante, se sacaron del horno de convección y se obtuvo una porción de la submuestras de rodajas (incluyendo corteza), hojas, ramas y ramillas.
- ii) Dichas porciones se molieron utilizando un barrenador común para el caso de rodajas, corteza, ramas y ramillas y para las hojas se utilizó una escofina. Luego se tamizaron y se obtuvo una consistencia similar a la del aserrín. Finalmente se colocaron en bolsas de polietileno y se identificaron según el estrato molido y el árbol a cual correspondían.
- iii) Dichas porciones se trasladaron a Estados Unidos; en donde la Universidad de Indiana utilizó un analizador elemental CHN de Perkin Elmer.
- iv) Aproximadamente dos meses después se obtuvieron los resultados del análisis de Carbono realizado a las muestras enviadas.

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Densidad específica de madera o corteza, rodaja:  
 $D.e. = \frac{\text{peso secado al horno (g)}}{\text{volumen fresco (cc)}}$   
 $\text{peso fresco inicial (PV en gr/cm}^3\text{):}$   
 $PV = \frac{\text{peso fresco (g)}}{\text{volumen fresco (cm}^3\text{)}}$

Contenido de humedad, en base a peso seco, muestra:

$$CH^{\circ}S = (\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / \text{peso seco}$$

Contenido de humedad, en base a peso fresco, muestra:

$$CH^{\circ}F = (\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / \text{peso fresco}$$

Volumen de la troza de madera (m<sup>3</sup>):

$$VT_i = \frac{\pi}{4} \frac{(\text{Diámetro mayor})^2 + (\text{Diámetro menor})^2}{2} \times \text{largo de la troza}$$

Cubicación del fuste:

$$VF = \sum_{i=1}^n VT_i$$

Densidad específica promedio del fuste:

$$D.e.m. = \frac{VT_1 * D.e._1 + VT_2 * D.e._2}{VF}$$

Donde:

$$D.e._1 = \frac{D.e.L + D.e.M}{2} \quad \text{y} \quad D.e._2 = \frac{D.e.M + D.e.T}{2}$$

D.e.L = Densidad específica obtenida de la base del fuste.

D.e.M = Densidad específica obtenida de la sección media del fuste.

D.e.T = Densidad específica obtenida de la sección alta del fuste.

Peso seco total (en Kg.) del fuste

$$PTF = D.e.m. * VF * 1000$$

Peso fresco del fuste (en Kg.):

$$PFF = VF * PVM * 1000$$

Donde: VF = Volumen del fuste

PVM = Peso fresco inicial medio del fuste

Peso seco de follaje (Kg.):

PSF = PFTF x (1- CH°F)

Donde PFTF es el peso fresco total del follaje.

Peso seco de ramas y ramillas de manera similar al inciso anterior.

Los resultados obtenidos de los cálculos anteriores se ordenaron y tabularon para obtener la biomasa total de cada árbol por encima del suelo, mediante la sumatoria de los pesos secos de cada uno de sus componentes (fuste, ramas, ramillas y hojas).

A partir de los modelos matemáticos que se generaron, se obtuvo la estimación de la biomasa total. Con dichos datos se procedió a obtener el contenido de Carbono que fijan las especies seleccionadas, esto a través de dividir la biomasa en kilogramos dentro de 1000 para obtener las toneladas.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

**ANÁLISIS DE REGRESIÓN:** Se utilizó la técnica de regresión para estimar varios modelos lineales y no lineales, con el fin de poder predecir la biomasa total a partir de las variables predictoras o independientes: DAP y altura.

Los modelos fueron estimados utilizando el software de análisis estadístico Statistica (5); de igual manera, los modelos estimados se probaron con el paquete estadístico SASR, en ambos casos los resultados fueron los mismos y se

decidió utilizar Statistica (5) porque es más fácil su uso.

**FACTOR O ÍNDICE DE EXPANSIÓN:** éste se obtuvo a partir de datos de la biomasa secada al horno. Se hizo una relación matemática entre la biomasa total y la biomasa del fuste.

$FEB = \text{Biomasa total} / \text{Biomasa del fuste}$

Donde,

FEB = Factor de expansión de biomasa

El factor de expansión se obtuvo por su función de factor de corrección para datos de inventarios forestales; debido a que en éstos solamente se toma en cuenta el volumen comercial del árbol y se desprecia la biomasa acumulada en hojas, ramas y ramillas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ECUACIONES DE BIOMASA

En el cuadro 2 se presentan las ecuaciones generadas a partir de 60 árboles muestreados por especie, 20 árboles de cada una de las especies (Palo Blanco (*Cybistax donnell-smithii*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*) y San Juan (*Vochysia guatemalensis*) respectivamente. Para obtener dichas ecuaciones fue necesario probar varios modelos; inicialmente se tomó en cuenta la ecuación generada para el árbol de hule (4); sin embargo los coeficientes de determinación arrojaban porcentajes del 30%, lo cual permitió descartar dicho modelo. De igual manera, se probaron modelos lineales, pero el comportamiento de los coeficientes de determinación fue similar al anterior, por lo que no se tomaron en cuenta. No obstante y debido al comportamiento creciente de los

individuos en el diagrama de dispersión, el modelo que mejor se adaptó fue el exponencial, el cual permitió generar ecuaciones más confiables a partir de los datos generados y que proporcionaron coeficientes de determinación ( $R^2$ ) altos.

Los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) obtenidos para las especies en estudio, también se incluyen en el Cuadro 2. Dichos coeficientes se consideran altos, permitiendo asegurar que los modelos son confiables, ya que se buscan coeficientes de determinación que se acercaran al cien por cien. Además, para variables biológicas se consideran aceptables coeficientes de determinación arriba de 60% debido a la amplia gama de variables que están influyendo en el comportamiento de la variable dependiente.<sup>1</sup> Por lo tanto, quiere decir que los valores estimados de biomasa se acercan significativamente al valor real de biomasa.

Por otro lado, se logró generar un modelo que puede utilizarse para cualquiera de las tres especies investigadas; sin embargo, estas ecuaciones podrían utilizarse como una estimación en otras especies de latifoliadas si fuera necesario, haciendo énfasis en que la información en torno a este tema es escasa en Guatemala, pero que podrían implementarse ya que fueron generadas en este país, considerando condiciones propias que podrían variar si se llegaran a utilizar ecuaciones generadas en otros países. Se tomó en cuenta un tamaño de muestra de 60 árboles, es decir el total de las tres especies investigadas. El comportamiento del modelo propuesto fue exponencial y presentó un coeficiente de determinación del 89%. Según el estudio generado

por Brown (1), el modelo utilizado arrojó un coeficiente de determinación del 92% que es bastante bueno; este modelo fue generado a partir de 169 árboles muestreados y con rangos de DAP que van desde 4 a 112 cm.

Es importante recordar que estos modelos son exclusivos para las clases diamétricas establecidas en la investigación.

### FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA

El factor de expansión de biomasa se calculó relacionando la biomasa total y la biomasa del fuste, esto se hizo con el fin de crear un factor que corrija datos de inventarios forestales; ya que al elaborar inventarios forestales con fines comerciales, solamente se toman en cuenta las variables diámetro a la altura de pecho (DAP) y Altura del árbol en pie, para obtener el volumen de madera que existe en un área; pero al trasladar este volumen a biomasa, se desprecia la biomasa acumulada en hojas, ramas y ramillas. Debido a que en la presente investigación se generaron modelos que estiman biomasa total arriba del suelo, a partir de datos de inventarios forestales, se hizo necesario crear también un factor que sea útil en la corrección de éstos y tomar en cuenta así, la biomasa que se almacena en ramas, ramillas y hojas. En el Cuadro 3 se presenta el factor de expansión de biomasa para cada una de las especies estudiadas.

Los factores de expansión de biomasa presentados en el cuadro anterior se obtuvieron como un promedio de los árboles medidos para cada especie. Es interesante notar que las especies *Calophyllum*

*El factor de expansión de biomasa se calculó relacionando la biomasa total y la biomasa del fuste, esto se hizo con el fin de crear un factor que corrija datos de inventarios forestales*

*brasiliense* y *Vochysia guatemalensis* son muy similares, lo que puede deberse a que pertenecen a un lugar de muestreo muy similar, teniendo influencia de características como condiciones climáticas. Caso contrario sucedió con la especie *Cybistax donnell-smithii* que se encuentra en la costa sur del país y por ende bajo condiciones climáticas distintas que pueden causar influencia en las diferencias de factores de expansión.

### CUANTIFICACIÓN DE CARBONO

En general y sin considerar pruebas específicas de Carbono, el valor de biomasa en kilogramos se divide dentro de 1,000 para obtener toneladas; las toneladas son multiplicadas por 0.5 para obtener el Carbono correspondiente. La razón por la que se multiplica por 0.5 para obtener Carbono se debe a que la literatura indica que en promedio la materia vegetal contiene un 50% de Carbono, una vez se ha removido el agua (3).

Por otro lado, el Dr. Edwin Castellanos, Investigador de la Universidad del Valle colaboró directamente en el desarrollo de esta investigación y gracias a ello, se logró enviar muestras de las especies investigadas al laboratorio de la Universidad de Indiana, Estados Unidos para su análisis respecto al contenido de Carbono presente ellas, esto se hizo con un analizador elemental CHN de Perkin Elmer. En esta investigación se calculó el Carbono fijado por árbol ya que se cuenta con la biomasa en kilogramos obtenida en campo y con el factor de Carbono para cada especie, a partir de las muestras analizadas en la Universidad de Indiana, Estados Unidos.

A continuación se presenta el porcentaje de Carbono obtenido con el analizador elemental CHN de Perkin Elmer de las especies muestreadas.

En el cuadro anterior se puede observar que el porcentaje de Carbono de cada especie varía respecto al 50% (0.5) que menciona la literatura (MackDicken, 1997) citado por Fundación Solar 2000. Sin embargo, es importante notar que estos porcentajes son específicos para cada especie investigada. No obstante, para otras especies puede continuar utilizándose el porcentaje que recomienda la literatura, ya que la diferencia entre lo sugerido por la literatura y lo obtenido del análisis no varía significativamente, por ello, se sugiere que se utilice el valor de 0.5 en caso de no contar con porcentajes reales muestreados para otras especies.

*Esta información permitirá que en ocasiones futuras no sea necesario tumbiar árboles a menos que se quiera generar modelos para otras especies latifoliadas.*

## CONCLUSIONES

Con la implementación de una metodología destructiva, en esta investigación se logró estimar la biomasa total por encima del suelo de las tres especies latifoliadas: Palo Blanco (*Cybistax donnell-smithii*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*) y San Juan (*Vochysia guatemalensis*). Esto permitió la generación de modelos exponenciales que permiten estimar la biomasa para cada una de esas especies con solo tomar en cuenta variables como diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura. Esta información permitirá que en ocasiones futuras no sea necesario tumbiar árboles a menos que se quiera generar modelos para otras

especies latifoliadas. Por otro lado, se logró establecer un modelo generalizado de estimación de biomasa para las especies latifoliadas investigadas. Esto también quiere decir que mientras no exista interés de alguna Institución o persona individual en generar ecuaciones de otras especies latifoliadas, se podría utilizar el modelo generado en esta investigación como una estimación. No obstante, cabe mencionar que lo ideal sería estimar un modelo para cada especie.

Los modelos generados en la investigación son exponenciales, se buscó el modelo que mejor se ajustó tomando en consideración el coeficiente de determinación como indicador. Estos modelos son:

ESPECIE	MODELO EXPONENCIAL	R <sup>2</sup>
Palo Blanco ( <i>Cybistax donnell-smithii</i> )	Biomasa = e(1.469255+0.000914 DAP + 0.470835 altura-0.013751 altura <sup>2</sup> + 0.000676 DAP <sup>2</sup> )	91%
Santa María ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	Biomasa = e (3.8926 + 0.03825 DAP + 0.06518 altura)	97%
San Juan ( <i>Vochysia guatemalensis</i> )	Biomasa = e(4.420177+0.061182 DAP-0.134815 altura + 0.004806 altura <sub>2</sub> )	80%
Latifoliadas	Biomasa = e(3.852749+0.08691 DAP-0.042662 altura-0.000406DAP <sub>2</sub> +0.002021altura <sub>2</sub> )	89%

Los índices o factores de expansión encontrados para las especies investigadas son: *Cybistax donnell-smithii* = 1.24; *Calophyllum brasiliense* = 1.19 y *Vochysia guatemalensis* = 1.17. Estos índices pueden ser utilizados para corregir datos de inventarios forestales, que son los datos que se utilizarán en los modelos generados; ya que cuando esta es la situación, solo se toman en cuenta el volumen comercial del árbol, despreciando la biomasa acumulada en hojas, ramas y ramillas.

Esta investigación permitió comprobar que los árboles jóvenes con menor biomasa, contienen menos dióxido de Carbono fijado, mientras que los árboles adultos contienen más dióxido de Carbono fijado antes de ser emitido a la atmósfera.

### **RECOMENDACIONES**

Que los modelos generados se utilicen para elaborar proyectos de fijación de Carbono en bosques ya sea de las especies indicadas o de latifoliadas en general (mientras no existan estudios específicos). Debe tenerse precaución de no estimar biomasa para plantaciones cuyos DAP y altura estén fuera del rango utilizado en el presente estudio.

Que los modelos generados se utilicen como parte de la metodología para generar un proyecto regional de fijación de Carbono específicamente para plantaciones forestales con las especies seleccionadas en esta investigación, ya que en las ecuaciones de biomasa requieren únicamente de varia-

bles como el DAP y la altura, que eventualmente serían homogéneos, por lo que se podría contar con información proveniente de inventarios forestales y conocer el Carbono presente por áreas específicas.

Generar ecuaciones de biomasa para otras especies latifoliadas de importancia económica en Guatemala.

El Carbono que cada árbol puede fijar a través de sus procesos fotosintéticos, es escaso por árbol, comparado con las grandes cantidades de dióxido de Carbono emitido a la atmósfera; por otro lado la demanda de proyectos de fijación de dióxido de Carbono es elevada y con cantidades que una sola finca produce no se podría abastecer ni mucho menos competir con otros países que venden proyectos grandes. Esto indica la necesidad de trabajar con proyectos de grandes extensiones de bosques para que la fijación de Carbono sea significativa. En este caso, sería una excelente oportunidad para implementar los modelos generados en las plantaciones forestales debido a que su masa boscosa está distribuida en grandes extensiones.

Para estudios futuros con respecto de este tema, incluir como variable predictora además de las variables DAP y altura, la variable edad del árbol.

### AGRADECIMIENTOS

- Esta investigación fue posible gracias al apoyo financiero del Instituto Nacional de Bosques –INAB– en especial al Departamento de

*El Carbono que cada árbol puede fijar a través de sus procesos fotosintéticos, es escaso por árbol, comparado con las grandes cantidades de dióxido de Carbono emitido a la atmósfera.*

Investigación Forestal y a la Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal por el apoyo logístico.

- Al Banco de Semillas Forestales –BANSEFOR–
- A las fincas y personas que facilitaron el trabajo de campo.
- A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad del Valle de Guatemala. En especial al personal que facilitó el ingreso a los laboratorios.
- Al Área de Ciencias de la Facultad de Agronomía.
- Al Dr. Edwin Castellanos, al Ing. Edwin Cano y al Ing. Roderico Estrada Muy por sus valiosos conocimientos aportados y todo el apoyo proporcionado durante el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest. Urbana, Illinois, EE.UU., FAO. 55p.
2. CUBERO, J.A.; ROJAS, S.R. 1999. Fijación de Carbono en plantaciones de melina (*Gmelina arborea* Roxb.), teca (*Tectona grandis* L.f.) y pochote (*Bombacopsis quinata* Jacq.) en los

cantones de Hojarasca y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Tesis. Lic. CC forestales. Costa Rica. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. 68 p.

3. FUNDACIÓN SOLAR. 2000. Elementos técnicos para inventarios de Carbono en el uso del suelo. Guatemala. 33p.
4. MORALES, F.A. 2000. Estimación de una ecuación de biomasa para cuantificar el Carbono que fija el árbol de hule (*Hevea brasiliensis*) en las plantaciones de la costa sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala. Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69p.
5. STATISTICA. 2002. Copyright StatSoft, Inc. EE.UU. (<http://www.statsoft.com>)

## CUADROS

Cuadro 1. Tamaño de la muestra utilizada en función de la categoría diamétrica.

Categoría Diamétrica (cm)	Rango (cm)	No. de árboles
1-15	1-14.99	4
15-30	15-29.99	4
30-45	30-44.99	4
45-60	45-59.99	4
60-75	60-74.99	4

**Cuadro 2.** Modelos exponenciales generados para estimar biomasa de las especies estudiadas.

ESPECIE	MODELO EXPONENCIAL	R2
Palo Blanco ( <i>Cydistax donnell-smithii</i> )	Biomasa = $e(1.469255+0.000914 \text{ DAP} + 0.470835 \text{ altura}-0.013751 \text{ altura}^2 + 0.000676 \text{ DAP}^2)$	91%
Santa Maria ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	Biomasa = $e(3.8926 + 0.03825 \text{ DAP} + 0.06518 \text{ altura})$	97%
San Juan ( <i>Vochysia guatemalensis</i> )	Biomasa = $e(4.420177+0.061182 \text{ DAP}-0.134815 \text{ altura} + 0.004806 \text{ altura}^2)$	80%
Latifoliadas	Biomasa = $e(3.852749+0.086911 \text{ DAP}+0.042662 \text{ altura}-0.000406 \text{ DAP}^2+0.002021 \text{ altura}^2)$	89%

En donde:

Biomasa = kilogramos

DAP = diámetro a la altura del pecho (cm)

Altura = metros

R2 = Coeficiente de determinación

**Cuadro 3.** Factor o Índice de expansión de biomasa por especie.

ESPECIE	FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA		
	N	FEB	D. Std
<i>Cydistax donnell-smithii</i>	20	1.24	0.14
<i>Calophyllum brasiliense</i>	20	1.19	0.11
<i>Vochysia guatemalensis</i>	20	1.17	0.13
En donde:			

N = Número de muestras

FEB = Factor de Expansión de Biomasa

D Std = Desviación standard

**Cuadro 4.** Carbono calculado con analizador elemental de Perkin Elmer para las especies en la investigación.

<b>Especie</b>	<b>% Carbono</b>
<i>Calophyllum brasiliense</i>	48.60
<i>Vochysia guatemalensis</i>	44.88
<i>Cybistax donnell-smithii</i>	45.55

1 Ing. Mario Paiz. 2001. Coeficiente de Determinación. Programa de Incentivos Forestales, INAB. Comunicación Personal.

## LOS AUTORES

### **Edgar Estuardo Bámaca Figueroa**

Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Actualmente cursa estudios de maestría en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

### **Mario Alberto Méndez Muñoz**

Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Posee una Maestría en la misma especialidad otorgada por una universidad estadounidense. Actualmente se desempeña como profesor-investigador en la FAUSAC.

### **Gustavo Adolfo Álvarez Valenzuela**

Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Actualmente se desempeña como profesor-investigador en la FAUSAC, como experto en protección vegetal.

### **Ingrid Eugenia Cardona Fuentes**

Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **José Miguel Leiva Pérez**

Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Actualmente se desempeña como docente investigador de la FAUSAC.

**Werner A. Ovando**

Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Glenda Amarilis Lee Pinto**

Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Actualmente se desempeña como investigadora del Instituto Nacional de Bosques (INAB).

**Roderico Estrada Muy**

Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Posee una Maestría en métodos de cuantificación. Actualmente se desempeña como docente-investigador de la FAUSAC.

**Edwin Cano**

Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Posee una Maestría en la misma especialidad. Actualmente se desempeña como docente-investigador en la FAUSAC.

Štikalja volumen XX, No. 1, se  
terminó de imprimir en noviembre de  
2002. Se imprimieron 500 ejemplares  
en papel bond 80 gramos.

## CONTENIDO

**Inventario forestal y plan de manejo integrado de la Unidad de Manejo "Uaxactún", Petén, Guatemala**

**Detección de la presencia de *Rotylenchulus reniformis* asociada a las plantas ornamentales**

**Caracterización del sistema de producción de café orgánico en cuatro comunidades de la Sierra de los Cuchumatanes, departamento de Huehuetenango, Guatemala**

**Estudio preliminar para la estimación de biomasa y cuantificación de carbono para *Vochysia guatemalensis*, *Calophyllum brasiliense* y *Cybistax donnell-smithii* en bosques naturales de Guatemala**

**Facultad de Agronomía  
Universidad de  
San Carlos de Guatemala**

