



Universidad de la República  
Facultad de Ciencias Sociales  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

**Documentos de trabajo**

**Valoración Económica de un Ecosistema:  
Bosque Tropical Petén, Guatemala**

Gustavo Sención

**Documento No. 15/02**  
Diciembre, 2002

# Valoración Económica de un Ecosistema Bosque Tropical Petén, Guatemala

## Resumen

Este estudio intenta valorar económicamente los bienes, funciones y atributos que genera un bosque tropical dentro de una zona definida como de Uso Múltiple dentro de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Se realizó una valoración parcial, con antecedentes de investigación en el área y un año de trabajo. Se usó la metodología aplicada a los Humedales de Petexbatún (Sención et al, 1992) valorando bienes maderables *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*; la planta ornamental *Chamaedorea* sp; el látex del árbol *Manilkara* sp y la fibra del bejuco *Desmoncus* sp.; las funciones captura de carbono, control de erosión y ciclaje de nutrientes; y el atributo biodiversidad. Una contribución metodológica con respecto a Petexbatún fue el análisis de Existencia y Flujo de los bienes como las funciones valoradas. Esto permitió integrar el funcionamiento del ecosistema y su relación con el valor económico.

**Palabras claves:** Valoración Económica Ecosistema, Bosque Tropical, *Cedrela*, *Swietenia*, *Chamaedorea*, *Manilkara*, *Desmoncus*, Carbon, Erosion, Nutrientes, Biodiversidad, Biosfera Maya, Petén, Guatemala.

## Abstract

The aim of this study is to set an economic value to the characteristics of a tropical forest, in terms of its attributes, functions and goods. The forest is located within a zone defined as of Multiple Use in the '*Biosfera Maya*' Reserve (RBM) in Guatemala, known as El Petén. A partial evaluation was done using both previous research results and direct research in the area during one year. The methodology used was similar to the one used in Petexbatún Wetlands (Sención et al, 1992) in which the economic valuation was done using two types of wood - *Cedrela odorata* and *Swietenia macrophylla*; an ornamental plant - *Chamaedorea* sp; rubber taken from *Manilkara* tree; and rattan fiber *Desmoncus* sp.; the functions related to CO<sub>2</sub> capture; to erosion control; and to the cycle of nutrients; and finally the attribute biodiversity. The contribution here proposed in terms of the methodology used relates to the analysis of the existence and flows of goods and functions, that allows for a more adequate integration among the operation of the ecosystem and its economic value.

**Keywords:** Economic Valuation Ecosystems, Tropical Forest, *Cedrela*, *Swietenia*, *Chamaedorea*, *Manilkara*, *Desmoncus*, Carbon, Erosion, Nutrients, Biodiversity, Biosfera Maya, Petén, Guatemala.

# **VALORACION ECONOMICA DE UN ECOSISTEMA BOSQUE SUB TROPICAL**

## **Estudio de Caso: San Miguel La Palotada, Petén, Guatemala**

Gustavo J. Sención Irazábal<sup>1</sup>

### **I. INTRODUCCION**

Con la valoración económica de ecosistemas se intenta medir la sostenibilidad ecológica y económica de los proyectos de manejo de recursos naturales, implementados a nivel de los sistemas de producción (Olafo, 1992). La profundización en la investigación ecológica sobre el funcionamiento de los ecosistemas y el aporte de la economía a la aproximación del valor de los recursos, podría ser la base para que determinados usos tengan una asignación real en términos de valor económico.

Una de las herramientas utilizadas en el análisis financiero y económico para evaluar los efectos del uso de un ecosistema, es el análisis B/C. Este se sustenta en la teoría neoclásica de la preferencia y bienestar de un individuo y la sociedad (Pearce y Turner, 1991). La inclusión de métodos directos e indirectos de valoración en el análisis B/C permite obtener una aproximación al verdadero valor de dichas funciones y un marco referencial sobre la importancia económica para la sociedad de un buen manejo de los recursos naturales.

El presente estudio, busca valorar económicamente los bienes, funciones y atributos que genera un bosque tropical dentro de una zona definida como de Uso Múltiple dentro la Reserva de la Biosfera Maya (RBM).

### **II. OBJETIVO**

Valorar en términos económicos los bienes y funciones generados por el ecosistema bosque tropical, en el área de la concesión comunitaria de San Miguel la Palotada.

---

<sup>1</sup> Economista egresado Universidad de la República Oriental del Uruguay, Master Scienteae en Manejo Integrado de Recursos Naturales con énfasis en Biodiversidad CATIE - Costa Rica. [gsencion@decon.edu.uy](mailto:gsencion@decon.edu.uy)

### **III. HIPOTESIS**

El beneficio económico generado por las funciones ecológicas es superior al obtenido por los bienes.

### **IV. ANTECEDENTES**

#### **4.1 Area de estudio**

El área de estudio está ubicada dentro de una zona de uso múltiple, adyacente al lado oeste del biotopo San Miguel La Palotada, en la Reserva de la Biósfera Maya (RBM). Pertenece al municipio de San Andrés, El Petén, Guatemala. Se localiza entre las coordenadas 17°07'40"-17°25'45" latitud norte y 89°53'30"-90°03'27" longitud oeste, dentro de lo que se denomina el Area Demostrativa del proyecto CATIE-Olafo.

El área de estudio de la Tesis denominada en adelante Unidad de Conseción Comunitaria de San Miguel (UMSM) tiene una extensión de 7,060 ha. de las cuales para el año 1994 se estimaron 6,451 ha de bosque clasificado según la metodología de Holdrich en la zona de vida bosque subtropical seco con transición a húmedo.

#### **4.2 El ecosistema bosque tropical**

En su composición botánica, los bosques tropicales son extremadamente ricos, variados y con estructura heterogénea. Lamprecht (1990) indica que la organización del bosque tropical se vincula con: a) su estructura, según la distribución de las especies en categorías diamétricas y b) su arquitectura, definida por diferentes estratos.

La diversidad de especies arbóreas depende de condiciones de micro hábitats existentes en cada zona, con variaciones entre sitios cercanos, donde en una hectárea de bosque pueden encontrarse entre 100 y 500 especies con DAP mayor a 10 cm. y cuya riqueza florística está compuesta por gran cantidad de especies leñosas (Caín, 1956; Forster, 1972; Marmillod, 1982; Richards, 1966; cit. Lamprecht, 1990). Otra característica importante de los bosques tropicales es la existencia de lianas y epífitas que conforman una parte importante de la biomasa.

Los bosques tropicales contienen gran cantidad de biomasa viviente o materia orgánica, presentan pocas pérdidas de nutrientes en el tiempo y son ecosistemas de alta productividad en sustratos poco fértiles (Jordan, 1985; Golley et al. 1983).

Estos han adaptado evolutivamente mecanismos muy eficientes de captura de nutrientes de la atmósfera así como su utilización y reciclado a través del sistema. Los distintos sistemas de manejo del bosque para la extracción de bienes inciden en la productividad primaria, el ciclaje de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica, siendo éstos los elementos más importantes en el análisis del funcionamiento del bosque tropical.

#### 4.2.1 Producción ecológica

Colinveaux (1986) define la **producción bruta** de un nivel trófico como “la energía representada por la biomasa producida junto con la energía que es gastada en el trabajo de producción”. La energía representada por la biomasa es la **producción neta** y la energía usada en el trabajo de producción es la **respiración** donde la Producción Neta + Respiración = Producción Bruta.

La medición más practicada en el campo de la ecología es la masa presente de un nivel trófico en determinado momento del tiempo. La masa de un nivel trófico se define como la biomasa presente por unidad de tiempo y área, medida usualmente en gramos de materia seca por metro cuadrado ( $\text{gm}^{-2}$ ) o unidades equivalentes (Colinveaux, 1986).

#### 4.2.2 Ciclaje de nutrientes

Charles y Richards (1983 cit. Imbach, 1987) definen tres procesos que debe cumplir el ciclo de nutrientes en un ecosistema natural: a) proceso de ingreso o ganancia al sistema. b) proceso de egresos o pérdidas y c) proceso de circulación interna dentro del sistema.

El polvo atmosférico, las lluvias y la fijación de nutrientes liberados por procesos de meteorización de la roca madre son considerados como ingresos al sistema. Las pérdidas o salidas de nutrientes se refieren a procesos de lixiviación, escorrentía superficial, percolación y volatilización (fig. 1).

Investigaciones sobre los patrones de ciclaje de minerales en los trópicos y sus componentes muestran modelos diversos en el ciclaje de nutrientes, lo que significa que no hay un bosque tropical típico (Vitousek y Sanford, 1986).

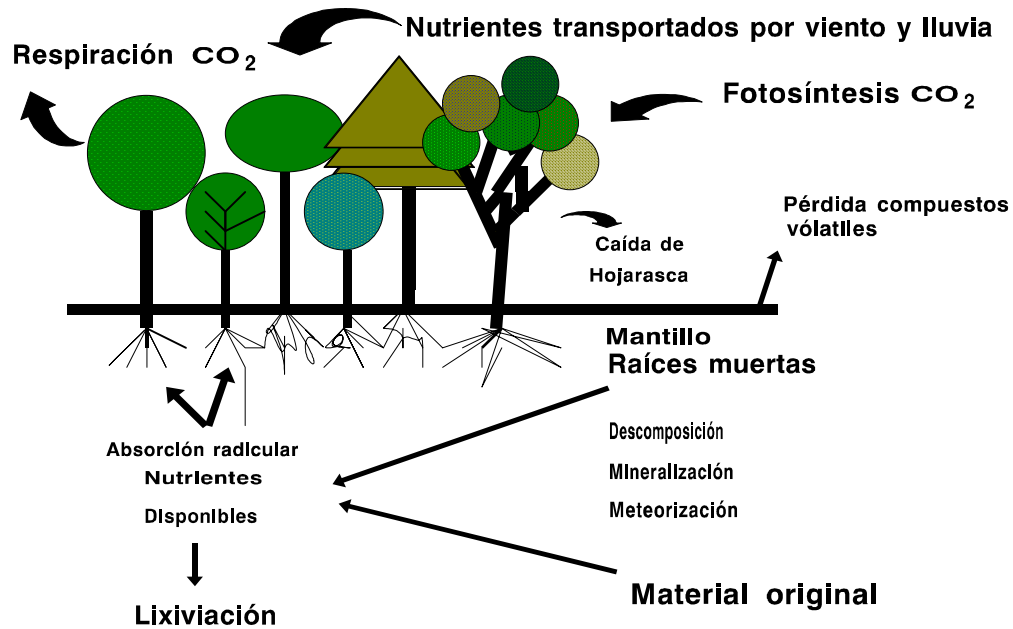


Figura 1. Circulación de nutrientes en un sistema forestal

Fuente: Imbach, 1983

#### 4.2.3 Existencia y flujo de nutrientes

Los nutrientes en el bosque se pueden analizar a partir de dos componentes interrelacionados: a) existencias y b) flujos.

La **existencia** de nutrientes se calcula por la cantidad de éstos en la biomasa aérea que se distribuye entre diferentes partes de la planta (hojas, ramas, frutos, corteza, tronco y raíces) y por el contenido de nutrientes en la roca mineral.

El **flujo** de nutrientes comienza a partir de la caída de hojas, frutos, flores y ramas al suelo formando lo que se conoce como hojarasca o mantillo. A partir de la tasa de descomposición respectiva para cada tipo de bosque, la materia orgánica es

transformada liberando los nutrimentos que quedan disponibles para las raíces y de esta manera reingresar al sistema de circulación interna de la planta.

#### **4.3 Funciones del bosque tropical**

El cuadro 1. resume las diferentes categorías de funciones que cumplen los bosques del trópico según De Groot (1990). Se clasifican en funciones productivas, de regulación, de información y de mantenimiento.

La función productiva es la más reconocida, utilizada y valorada económicamente por el hombre. Las formas de manejo y el grado de extracción de los recursos repercuten en la intensidad con la cual se cumplen las funciones de regulación, mantenimiento e información.

Las funciones de regulación son de gran importancia para el equilibrio del ecosistema en el tiempo y en conjunto permiten que las funciones productivas se desarrollen. A su vez, los efectos en las funciones de regulación por el mal manejo del bosque provocan impactos directos e indirectos en el ambiente y perjuicios para el hombre.

Las funciones de mantenimiento se refieren tanto a los procesos evolutivos que se desarrollan dentro del ecosistema como a su estructura, incluyendo el mantenimiento de hábitat de poblaciones humanas como la de cultivos asociados al bosque.

**Cuadro 1. Funciones del bosque tropical**

<p>FUNCION PRODUCTIVA</p>	<p>Alimentos                      Recursos medicinales                      Materia prima para manufactura                      Combustible y energía                      Recursos ornamentales                      Recursos forrajeros</p>
<p>FUNCION DE REGULACION</p>	<p>Almacenamiento y reciclaje de nutrimentos                      Control biológico                      Mantenimiento de la diversidad biológica                      Recarga de acuíferos                      Descarga de acuíferos                      Secuestro y liberación de CO<sub>2</sub>                      Regulación climática                      Control de Erosión</p>
<p>FUNCION DE MANTENIMIENTO</p>	<p>De hábitat de poblaciones humanas                      De cultivos asociados al bosque                      De la estructura del paisaje                      De procesos evolutivos</p>
<p>FUNCION DE INFORMACION</p>	<p>Estética                      Cultural                      Científica y educativa</p>

fuentes: Adaptado de Groot (1992)

El mantenimiento de los procesos evolutivos de las especies que habitan en el bosque y de la estructura del paisaje son funciones importantes al evaluar los impactos por diferentes tipos de intensidad de extracción. La estructura del paisaje varía con la extracción simultánea en el tiempo de diversas especies y puede influir en el desarrollo de la dinámica de la población de las mismas y de otras especies que viven interrelacionadas.



Por último, los bosques son de gran importancia para el ser humano como función de información, incluyendo la investigación científica, educativa, cultural y estética.

#### **4.4 Valoración económica de un ecosistema**

Squire y Van der Tak (1980) definen el análisis de proyectos como un método de presentar la elección entre usos alternativos de los recursos de manera conveniente y global. El análisis de proyectos valora los beneficios y costos de un proyecto y los reduce a un denominador común (\$). Si los beneficios son superiores a los costos expresados en términos del denominador común el proyecto es aceptable y en caso contrario debería ser rechazado.

El análisis económico de proyectos utiliza el método de Beneficio/Costo (B/C) como herramienta de medición de los beneficios y costos directos, valorados a sus precios económicos.

Dixon et al. (1988) definen el método beneficio/costo (B/C) como una técnica de análisis de existencias y flujos de beneficios y costos en un período de tiempo y se basa en las preferencias individuales, la disponibilidad a pagar y el bienestar social.

Las preferencias individuales son una base de medición de los beneficios (Pearce y Turner, 1991; Ruitenbeek, 1990). Estas preferencias se relacionan con la conducta de las personas ante diferentes opciones de uso de los bienes y servicios que provee el ambiente.

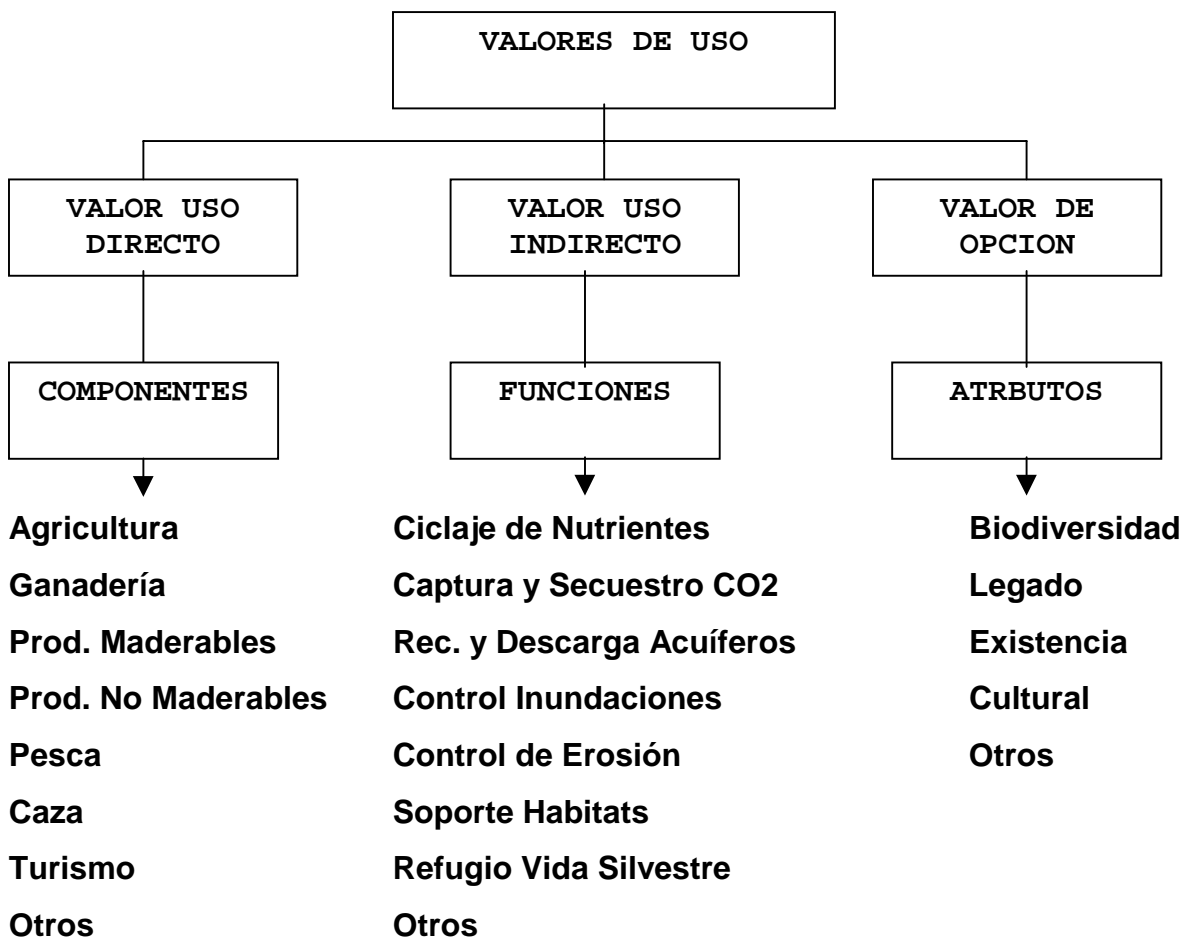
Una preferencia positiva puede entenderse como la disponibilidad a pagar del individuo por el disfrute de un bien o servicio (Pearce y Turner, 1991; Pearce y Warford, 1993). La suma de todas las preferencias individuales en una sociedad permite construir una curva de demanda, equivalente a la disponibilidad de la sociedad a pagar por el disfrute de determinado bien.

##### **4.4.1 Valoración de beneficios y costos de un ecosistema**

Muchos autores han identificado diferentes categorías de los beneficios y costos que se obtienen del uso de un ecosistema (Dixon y Sherman, 1990; Pearce y Turner, 1989; Aylward y Barbier, 1991; Barbier, et al. 1991, Windevoxhel, 1992). Un ecosistema

puede ser utilizado en forma directa o indirecta. Asimismo, puede no haber uso y sin embargo tener un valor de opción y un valor de existencia. La figura 2 representa los diferentes valores de Uso de un Ecosistema que se relacionan directamente con el Valor Económico Total.

**Fig 2. Valor de un Ecosistema Bosque Tropical**



Fuente: Sención, 1996; Barbier et al. 1991

Los individuos valoran los bienes por su uso directo. Este se refiere al valor de utilizar los productos y servicios de cierto ecosistema para la obtención de beneficios directos (bienes). El valor de uso directo del ecosistema puede entenderse como el valor económico obtenido de los productos extraídos del ecosistema.

Los valores de uso indirecto se refieren al valor de las funciones y servicios ecológicos que cumplen los ecosistemas y que son afectados por algún tipo de intervención humana o natural. La función ciclaje de nutrientes, captura y fijación de CO<sub>2</sub>, control de erosión, soporte de vida a otros ecosistemas o hábitats, descarga y recarga de aguas subterráneas y control de inundaciones son algunas de estas funciones y cuyo valor puede ser medido indirectamente.

Ruitenbeek (1990) plantea que en ausencia de valores de determinada especie o ecosistema, pueden utilizarse los valores de opción y de existencia.

El valor de opción es el valor que un individuo puede asignar según su disponibilidad a pagar para preservar el acceso futuro a un servicio o bien ambiental. Dentro de esta categoría se incluyen las funciones de estética, cultural, científica y educativa. El valor de existencia es el valor que los individuos dan a la satisfacción de conocer algunas especies y ambientes naturales. Se incluye dentro de esta categoría, la biodiversidad.

#### **4.4.1.1 Beneficios económicos**

Los beneficios económicos de un ecosistema se clasifican en beneficios directos e indirectos.

El **beneficio directo** de un ecosistema se define como el ingreso bruto. En el análisis económico el ingreso bruto es el valor obtenido de la producción/extracción de un bien con su precio económico.

El **beneficio indirecto** de un ecosistema se define como el valor económico obtenido de una función o servicio ecológico estimado por métodos de valoración indirecta.

#### **4.4.1.2 Costos económicos**

Para obtener beneficios directos se incurren en costos que deben ser valorados económicamente. Los costos se dividen en costos directos e indirectos (Dixon et al. 1988; Hufschmidt et al. 1983; Windevoxhel, 1992).

Los **costos directos** son aquellos en los cuales se incurre en el sitio por el desarrollo de determinada actividad productiva. Se trata de los costos de insumos, mano de obra y capital y todos aquellos costos ligados al desarrollo de la actividad productiva y de transformación. La valoración económica de los costos toma en cuenta los precios económicos.

Los **costos indirectos** se refieren al valor de los impactos o “externalidades” producidos dentro o fuera del sitio por el uso del ecosistema y valorados por métodos de valoración inidirecta; tal es el caso de la emisión de gases a la atmósfera por la quema del bosque o la pérdida de suelo en zonas agrícolas.

#### **4.4.2 Métodos de valoración económica**

Los métodos de valoración económica de beneficios y costos indirectos de las funciones del bosque que no son considerados dentro de un mercado y que no pueden ser valorados directamente, se clasifican en métodos de valoración económica directos e indirectos.

Ambos métodos permiten aproximar el valor económico de un bien o función y calcular los beneficios y costos de los efectos dados por determinado uso.

Los métodos directos utilizan precios de mercado y/o sombra. Incluyen el método de cambio en productividad, costo de reemplazo, costo de sustitución, pérdida de ingresos, costo efectividad, costo de oportunidad y costos preventivos.

Los métodos de valoración indirecta no usan precios de mercado y dentro de esta categoría se encuentran los métodos de valoración contingente, costo de viaje y métodos de valoración hipotética (ver anexo).

## V. METODOLOGIA

### 5.1 Metodología para la valoración económica

Con base en la metodología diseñada y utilizada en los humedales de Petexbatún, departamento del Petén, Guatemala y los manglares de la costa pacífica de Nicaragua se presenta en la figura 2 el esquema metodológico que se utilizó para valorar económicamente el ecosistema bosque tropical de San Miguel (Barbier et al, 1991; Sención et al, 1992; Windevoxhel, 1992).

Esta se divide en cuatro etapas o fases que son:

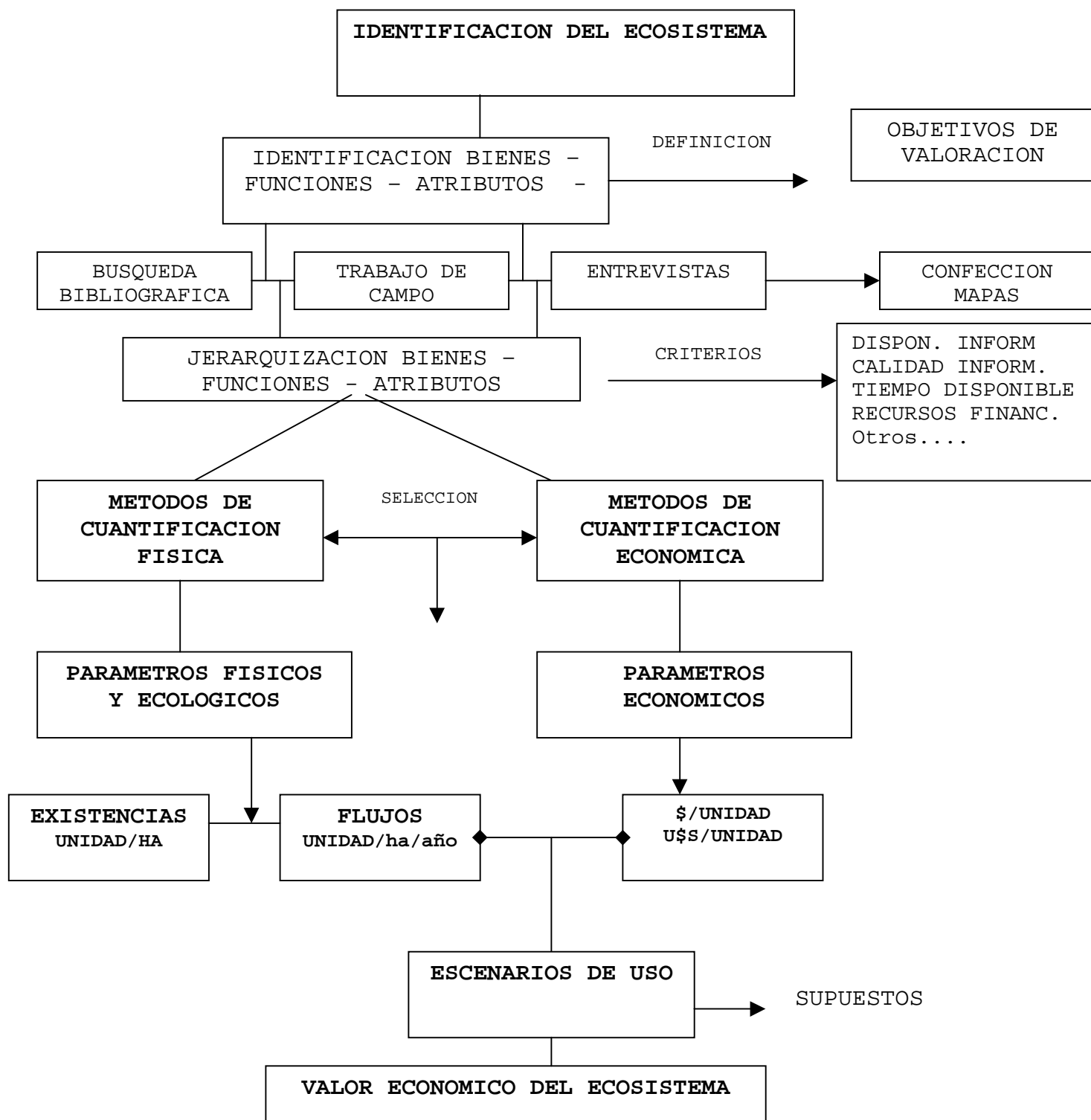
- 1) Identificación de bienes, funciones y atributos del ecosistema
- 2) Jerarquización de bienes, funciones y atributos potencialmente valorables
- 3) Selección de métodos de cuantificación física y económica
- 4) Valoración económica del ecosistema

Como resultado de las etapas de identificación y jerarquización se decidió valorar los bienes maderables *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*, la planta ornamental *Chamaedorea sp.*, el látex de *Manilkara achras* y la fibra de *Desmoncus sp.* Las funciones secuestro de carbono, control de erosión y ciclaje de nutrientes y el atributo biodiversidad.

En los cuadros 2 y 3 se observan los métodos de cuantificación física y económica utilizados en la etapa 3 para la valoración de los bienes, funciones y atributo seleccionados.

Los resultados económicos totales del ecosistema por existencia y flujo anual se clasificaron en beneficios y costos directos para los bienes y beneficios y costos indirectos para las funciones y atributo (etapa 4). El beneficio neto directo e indirecto de existencia y flujo se obtuvo como la diferencia de sus respectivos beneficios y costos (cuadro 4).

**METODOLOGIA DE VALORACION ECONOMICA BOSQUE TROPICAL**



Fuente: Sención 1996

**Cuadro 2. Cuantificación física de bienes, funciones y atributos**

BIEN, FUNCION, ATRIBUTO	EXISTENCIAS	FLUJOS
<b>BIENES</b>	Abundancia aprovechable del recurso en el año de inicio de la investigación (unidad/ha).	Cantidad potencial aprovechable anual s/ ciclo de aprovechamiento productivo de la especie (u/ha/año).
<b>SECUESTRO CARBONO</b>	$EF_C = V * FEB * D * FCC$ donde: EF <sub>C</sub> = Existencias físicas de Carbono (t/ha) V= Volúmen del fuste (m <sup>3</sup> /ha) FEB= Factor expansión de biomasa (1.6) D= Densidad de la madera (0.62 t/m <sup>3</sup> ) FCC= Factor conversión biomasa a carbono (0.5)	$FF_C = imeda * FCV * D * FCC$ donde: FF <sub>C</sub> = Flujo físico de carbono(t/ha/año) imeda= Incremento mediano anual (m <sup>2</sup> /ha/año) FCV= Factor de conversión de volúmen (m) D= Densidad de la madera (0.62 t/m <sup>3</sup> ) FCC= Factor de conversión de carbono (0.5)
<b>CONTROL EROSION</b>	$EF_S = P * E * D_S$ donde: EF <sub>S</sub> = Existencia física de suelo (t/ha) P= Profundidad del suelo (0.20 m) E= Extensión de una ha.(10.000 m <sup>2</sup> /ha) D <sub>S</sub> = Densidad del suelo (t/m <sup>3</sup> )	$USLE (t/ha/año) P_S = R * K * LS * C$ donde: P <sub>S</sub> = Pérdida de suelos (Ton/ha/año) R= Factor de erosividad de la lluvia K= Factor de erodabilidad del suelo LG= Factorlongitud y gradiente de pendiente C= Factor de cobertura s/estratos
<b>CICLAJE NUTRIMENTOS</b>	$EF_{NPK} = V * FEB * D * P_{NPK}$ donde: EF <sub>NPK</sub> =Existencia física de NPK (T <sub>NPK</sub> /ha) V= Volúmen del fuste comercial (m <sup>3</sup> /ha) FEB= Factor expansión de biomasa (1.6) D= Densidad de la madera (0.62 T/m <sup>3</sup> ) P <sub>NPK</sub> = Proporción de NPK biomasa seca (T <sub>NPK</sub> /T)	$FF_{NPK} = BSM * P_{NPK}$ donde: FF <sub>NPK</sub> = Flujo físico de NPK(T <sub>NPK</sub> /ha/año) BSM= Biomasa seca mantillo (T/ha/año) P <sub>NPK</sub> = Proporción de NPK biomasa seca (T <sub>NPK</sub> /T)
<b>BIODIVERSIDAD</b>	Disponibilidad a pagar para conservación (DaC)	Disponibilidad a pagar para conservación anual (DaCa)

**Cuadro 3. Valoración económica de bienes, funciones y atributos**

BIEN, FUNCION, ATRIBUTO	EXISTENCIAS	FLUJOS
<b>BIENES</b>	$IBE_B = VEE_B = EF_B * P_B$ donde: IBE <sub>B</sub> = Ingreso bruto de existencia (Q/ha) VEE <sub>B</sub> = Valor económico de existencia (Q/ha) EF <sub>B</sub> = Existencia física del bien (u/ha) P <sub>S</sub> = Precio económico (Q/u) (CIF/FOB)	$IND_B = IBF_B - CD$ donde: IND= Ingreso Neto directo (Q/unidad) IBF <sub>B</sub> = Ingreso Bruto del flujo anual extraído(Q/u) CD= Costo Directo económico (Q/u)
<b>SECUESTRO DE CARBONO</b>	$VEE_C = EF_C * P_C$ donde: VEE <sub>C</sub> = Valor económico de existencia Q/Ha) EF <sub>C</sub> = Existencia física de carbono (T/ha) P <sub>c</sub> = Precio internacional del carbono (Q/T)	$VEF_C = FF_C * P_C$ donde: VEF <sub>C</sub> = Valor económico del flujo (Q/Ha) FF <sub>C</sub> = Flujo físico de carbono (T/ha) P <sub>c</sub> = Precio internacional del carbono (Q/T)
<b>CONTROL DE EROSION</b>	$VEES = EF_S * P_{CS}$ donde: EF <sub>S</sub> = Existencia física de suelo (t/ha) P <sub>CS</sub> = Precio de suelo costo de sustitución (Q/t)	$VEFS_{CS} = FF_S * P_{CS}$ donde: VEFS <sub>CS</sub> = Valor económico flujo de suelo (Q/ha/año) FF <sub>S</sub> = Flujo físico de suelo s/USLE (t/ha/año) P <sub>CS</sub> = Precio de suelo costo de sustitución (Q/t)
<b>CICLAJE NUTRIMENTOS (NPK)</b>	$VEE_{NPK} = EF_{NPK} * Pf * 0.45$ donde: VEF <sub>NPK</sub> = Valor económico de existencia (Q/Ha) EF <sub>NPK</sub> = Existencias físicas de NPK (T <sub>NPK</sub> /ha) Pf= Precio cif de fertilizante (Q/Tf) 0.45= NPK por tonelada de fertilizante (Tf/T <sub>NPK</sub> )	$VEF_{NPK} = FF_{NPK} * Pf * 0.45$ donde: VEF <sub>NPK</sub> = Valor económico del flujo (Q/Ha) FF <sub>NPK</sub> = Flujo físico de NPK (T <sub>NPK</sub> /ha) Pf = Precio cif de fertilizante (Q/Tf) 0.45 = NPK por tonelada de fertilizante (Tf/T <sub>NPK</sub> )
<b>BIODIVERSIDAD</b>	Presupuestos promedio por hectárea de proyectos Olafo y Mayarema dentro de la RBM (Q/ha).	Presupuestos promedio por hectárea año de proyectos Olafo y Mayarema dentro de la RBM (Q/ha/año).



Cuadro 4. Indicadores económicos y parámetros de valoración según existencias (Q/ha) y flujos (Q/ha/año).

INDICADORES ECONOMICOS	VALOR ECONOMICO DEL BOSQUE	
	EXISTENCIA	FLUJO
BENEFICIO DIRECTO	IBE	IBF
COSTO DIRECTO TOTAL	--	CD
BENEFICIO NETO DIRECTO	BNDE = IBE	BNDF = IBF - CD
BENEFICIO INDIRECTO	BIE	BIF
Secuestro de carbono	VEE <sub>C</sub>	VEF <sub>C</sub>
Ciclaje de nutrientes	VEE <sub>(NPK)</sub>	VEF <sub>(NPK)</sub>
Control de erosión (REEMPLAZO)	VEES <sub>CR</sub>	--
Control de erosión (SUST. TECNOLOGICA)	VEES <sub>CS</sub>	--
Biodiversidad	DaC	DaCa
COSTO INDIRECTO	CIE	CIF
Secuestro de carbono	--	--
Ciclaje de nutrientes	--	--
Control de erosión (REEMPLAZO)	--	VEFS <sub>CR</sub>
Control de erosión (SUST. TECNOLOGICA)	--	VEFS <sub>CS</sub>
Biodiversidad	--	--
BENEFICIO NETO INDIRECTO	BNIE = BIE - CIE	BNIF = BIF - CIF
BENEFICIO NETO TOTAL	BNTE = BNDE + BNIE	BNTF = BNDF + BNIF

Nota: IBE, ingreso bruto existencias. IBF, ing.bruto flujo. CD, costo directo. VEEC, valor económico de existencias de carbono, VEFC, valor económico del flujo de carbono (igual para NPK y Suelo). DaC, Disponibilidad a Conservar. DaCa, Disponibilidad a conservar anual. (BIE), suma de los benef.indir. de existencia. (BIF), suma de benef.ind. flujo. (igual para costo indirecto existencia y flujo (CIE,CIF).

## **VI. RESULTADOS**

### **6.1 Valor Económico del bosque de San Miguel**

En el cuadro 5 se observan los beneficios y costos directos e indirectos económicos por hectárea y para las 6.451 ha de bosque de San Miguel de los valores de existencia y flujo anual. En el anexo 1, cuadros 6 y 7 se pueden observar los resultados físicos y económicos de cada bien, función y atributo valorados.

Con referencia a los resultados globales de existencia por hectárea se obtuvo un beneficio neto total de 4,915 Q/ha (786.4 \$/ha) donde las funciones y atributos con 3,968 Q/ha (635 \$/ha) generan el 80% del beneficio neto total y el 20% restante con 946.9 Q/ha. (151.50 \$/ha) corresponden al aporte de los bienes.

De los 3,968 Q/ha de beneficio neto indirecto de existencia, la función control de erosión aporta el 73% de dicho valor, seguido por la función secuestro de carbono con 14%, ciclaje de nutrimentos con 7% y biodiversidad con 6%. A su vez el beneficio neto directo de existencia con 946.9 Q/ha se distribuye en 75% para Cedrela y Swietenia, 12% para Desmoncus, 11% para Manilkara y 2% para Chamaedorea.

Del análisis del flujo anual aprovechable por hectárea se obtuvo un beneficio directo de 105.4 Q/ha/año (16.86 \$/ha/año), el cual se distribuye en 38% para la especie Chamaedorea, 27% para Desmoncus, 19% para Cedrela y Swietenia y 16% para Manilkara. El beneficio neto directo del flujo anual de los bienes ascendió a 71.8 Q/ha/año donde la especie Chamaedorea aporta 43% de dicho valor, Manilkara 23%, Cedrela y Swietenia 20% y Desmoncus 14%.

De los resultados comparativos a nivel del flujo anual de los bienes extraídos se observa que las especies no maderables generan más valor económico que las maderables. Esto se justifica en: 1) las especies no maderables tienen un ciclo de recuperación anual para su aprovechamiento más rápido que las especies maderables 2) baja abundancia de cedro y caoba por hectárea y 3) no se incluyeron en la valoración las especies maderables secundarias.

**Cuadro 5. Resultado económico del bosque de San Miguel.**

INDICADORES ECONOMICOS	VALOR ECONOMICO POR HECTAREA		VALOR ECONOMICO DEL BOSQUE	
	EXISTENCIA (Q/ha)	FLUJO (Q/ha/año)	EXISTENCIA (Q)	FLUJO (Q/año)
<b>BENEFICIO DIRECTO</b>	946.9	105.4		
Cedrela y Swietenia	714.0	17.8	4,606,014	114,828
Chamaedorea	19.8	39.6	127,730	255,460
Manilkara	99.4	19.7	641,229	127,085
Desmoncus	113.7	28.3	733,479	182,563
<b>COSTO DIRECTO</b>	0	(33.6)		
Cedrela y Swietenia	--	-3.5	--	-22,578
Chamaedorea	--	-9.1	--	-58,704
Manilkara	--	-3.3	--	-21,288
Desmoncus	--	-17.7	--	-114,183
<b>BENEFICIO NETO DIRECTO</b>	946.9	71.8	6,108,452	463,183
<b>BENEFICIO INDIRECTO</b>	3,968	118.68		
Secuestro de carbono	561.0	0.0033	3,619,011	21.3
Ciclaje de nutrimentos	295.4	72.37	1,905,625	466,859
Control de erosión (SUST)	2,895	--	18,675,645	--
Biodiversidad	216.5	46.31	1,396,577	298,746
<b>COSTO INDIRECTO</b>	0	(1.03)		
Secuestro de carbono	--	--	--	--
Ciclaje de nutrimentos	--	--	--	--
Control de erosión (SUST)	--	- 1.03	--	- 6,644
Biodiversidad	--	--	--	--
<b>BENEFICIO NETO INDIRECTO</b>	3,968	117.65	25,596,858	765,625
<b>BENEFICIO NETO TOTAL</b>	4,915 (\$ 786,4)	189.45 (\$ 30.31)	31,705,310 (\$ 5,072,850)	1,222,142 (\$ 195,543)

El beneficio indirecto del flujo anual por hectárea de las funciones ascendió a 118.68 Q/ha/año y se distribuye principalmente en 61% para la función ciclaje de nutrimentos y 39% para biodiversidad. La función secuestro de carbono sólo aporta 0.0000028% del valor total y es explicado por la lenta tasa de crecimiento del bosque.

El valor de biodiversidad podría ser aún mayor si se incluyera en forma más exhaustiva todos los ingresos a la RBM por concepto de inversión en desarrollo sostenible.

La función control de erosión que en las existencias generaba el mayor valor de las funciones (2,895 Q/ha) tiene en el flujo un costo indirecto de apenas -1.03 Q/ha/año. El cálculo de la tasa de formación del suelo en el bosque como flujo anual positivo permitiría asignar un mayor

valor al beneficio indirecto del flujo de la función control de erosión e incrementar el beneficio neto indirecto del flujo de las funciones.

Del análisis del conjunto de bienes se obtuvo que para un valor económico de existencia de 946.9 Q/ha (151.5 \$/ha) como beneficio neto directo se obtuvo un flujo neto directo anual de 71.8 Q/ha/año (11.48 \$/ha/año) o el equivalente al 7.58% del valor económico de existencia. A su vez el flujo de las funciones genera anualmente 117.65 Q/ha/año (18.84 \$/ha/año) o el 2.96% del valor económico de existencia que ascendió a 3,968 Q/ha (635 \$/ha).

Para todos los bienes y funciones valorados se obtuvo un beneficio neto total del flujo anual de 30 \$/ha/año que representa el 3.82% del beneficio neto total de las existencias del bosque de San Miguel. De este porcentaje los bienes contribuyen con el 38% y las funciones con el 62% restante.

Carranza et al. (1996) citan valores económicos de bosques tropicales en rangos de entre 24 y 72 \$/ha/año dependiendo del tipo de bosque y funciones ambientales analizadas. Los mismos autores recomiendan un pago por Certificado de Conservación de Bosques en Costa Rica de 58.0 \$/ha/año.

El resultado de 30 \$/ha/año como beneficio neto total por hectárea año del bosque se encuentra dentro de los rangos citados y se podría afirmar que éste valor bajo condice con el estado actual del bosque de San Miguel debido al uso no manejado que ha sido objeto en su historia de extracción.

Para las 6,451 ha de bosque se obtuvo un beneficio neto de existencia de Q. 31,705,310 (\$ 5,072,850) con un flujo anual de 1,222,142 Q/año (195,543 \$/año) o sea el 3.85% del valor económico de existencia.

## VII. CONCLUSIONES

- 1) Se cumple la hipótesis para las existencias y flujos del bosque en el cual las funciones generan mayor valor económico que los bienes. Las diferencias de los valores obtenidos entre los bienes y funciones analizados se deben principalmente a: i) sobreuso de una cantidad reducida de especies, lo cual implica baja abundancia por hectárea de las especies comercializadas actualmente. ii) importancia del suelo donde la función control de erosión tiene siete veces más valor que la subsiguiente función en importancia, siendo el valor total generado por todos los bienes en existencia el 33% del valor obtenido por la función control de erosión. liii) no inclusión de todos los bienes que se pueden extraer del bosque.
- 2) Los valores individuales de existencia de las funciones y atributos generan mayor valor económico que cualquiera de los bienes evaluados (salvo el caso de Cedro y Caoba). Esto se explica en parte porque: i) los bienes fueron valorados utilizando el criterio de existencia aprovechable comercial y no por su existencia total y ii) la utilización de métodos de valoración indirecta de las funciones y atributos podría en algunos casos estar sobrestimando los resultados obtenidos.
- 3) El sistema de extracción selectiva de bienes mantiene en general la estructura del bosque sin repercusiones o alteraciones graves en las funciones ecológicas estudiadas. Esto se ve al analizar el flujo de costos obtenidos por las funciones, que representan alrededor del 3% de los generados por los bienes. Lo anterior no indica que no haya costos indirectos en las funciones por el sistema de extracción selectiva sino que en la investigación no se realizaron estudios más detallados de los costos indirectos provocados por dichos sistemas extractivos.
- 4) A nivel metodológico se pueden sacar las siguientes conclusiones:
  - 4.1 La división del análisis del bosque en términos de existencias y flujos permite un mejor entendimiento y relacionamiento del concepto de capital natural (existencias) y de rentabilidad anual (flujo) en el manejo de recursos naturales. El valor del flujo anual de este capital natural dependerá de la intensidad de manejo dado por el nivel de la tasa

anual de extracción y de la forma de manejo tendiente a mejorar la productividad del bosque.

4.2 La cuantificación física de los bienes en términos de su potencial aprovechable permite una mejor aproximación al uso extractivo sostenible de un recurso natural. En el caso del bosque de San Miguel ésto fue posible debido a la cantidad y calidad de las investigaciones ecológicas llevadas a cabo por el proyecto Olafo de las especies analizadas.

4.3 En el proceso de valoración económica de los bienes y funciones con la metodología utilizada es necesario contar con tres grandes tipos de información: i) datos ecológicos productivos del ecosistema. ii) precios económicos de los productos/sustitutos y iii) costos económicos de transformación y comercialización. En este último caso se encontraron vacíos de información para obtener los costos unitarios económicos de los bienes y funciones.

La utilización de precios económicos o sombra en el proceso de producción y comercialización de los bienes permite obtener una mejor aproximación al verdadero valor social del manejo de un recurso natural. En el caso de toma de decisiones entre varias alternativas de manejo sería necesario un esfuerzo de investigación en este campo.

4.4 Los resultados obtenidos por los métodos de valoración económica indirecta deben considerarse aún como aproximaciones con rangos de variabilidad altos. La comparación y sistematización de los diferentes métodos de valoración indirecta utilizados para diversos ecosistemas tropicales y la utilización de análisis energéticos permitirán con el tiempo disminuir dichos rangos de variación.

4.5 De la evaluación realizada se identificó i) viabilidad de la metodología para cuantificar bienes y funciones ii) límites de esta metodología porque se basa en valores de uso en mercados imperfectos iii) herramienta valiosa en la toma de decisión sin olvidar que pueden haber otros criterios complementarios de decisión en el manejo de un recurso natural.

5) De los resultados globales de la investigación se concluye que conviene mantener el bosque en su estructura y composición manejando la población de la diversidad de especies como forma de mantener una producción sostenible en el tiempo.

## VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Continuar con las mediciones temporales de crecimiento del bosque en parcelas permanentes, para garantizar la confiabilidad de la información final del flujo de la función secuestro de carbono.
- 2) Profundizar en la metodología de cuantificación física del flujo anual de nutrientes y cuantificar los nutrientes en la biomasa aérea, mantillo y raíces del bosque.
- 3) Realizar estudios de cuantificación de pérdida de suelo del bosque por escorrentía superficial mediante la instalación de parcelas experimentales para obtener valores más exactos que el calculado por la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE).
- 4) Profundizar en los métodos de valoración indirecta de costo sustitución tecnológica en la valoración de la función control de erosión con información del área tanto en sistemas que se adapten a la realidad de la zona como en los costos de implementación por hectárea.
- 5) Recopilar mayor información sobre los montos presupuestarios de los proyectos que trabajan en la Reserva de la Biósfera Maya con fines de conservación de la biodiversidad y manejo de los recursos naturales. Esto permitiría asignar valores más exactos de la disponibilidad a pagar por la sociedad para conservar estos ecosistemas y en forma indirecta la biodiversidad que se encuentra en ellos.
- 6) Identificar y cuantificar física y económicamente las especies que tienen valor medicinal, aceites, fibras, tintes e insecticidas entre otros, profundizando en la investigación del aporte económico que generan en los países donde son manufacturados y vendidos con un alto valor agregado. Con ello se lograría tener valores comparativos con el obtenido por el método de la disponibilidad a pagar o conservar utilizado en la valoración del atributo biodiversidad.
- 7) Obtener mayor información para San Miguel de las actividades de caza de vida silvestre, turismo y extracción de otras especies del bosque para uso doméstico, como forma de asignar mayor valor económico de los bienes sin variar la estructura del bosque.
- 8) Profundizar la información económica de los bienes extraídos con especial interés en los precios y costos económicos o sociales, desde la etapa de producción hasta la comercialización de los productos finales. La implementación y el desarrollo de bancos de datos sistematizados con información física y económica de los ecosistemas tropicales es

una tarea recomendable que debe ser llevada adelante a nivel de todos los países de Centroamérica.

- 9) Con fines de planificación temporal del manejo del ecosistema se recomienda ordenar la información para elaborar modelos de simulación que permitan analizar diferentes escenarios posibles de uso de la tierra, donde la combinación de Sistemas de Información Geográfica con el uso de modelos de simulación permitiría un gran avance en este campo.
- 10) Para la comunidad de San Miguel se recomienda: i) fomentar el uso de la diversidad de especies con alto valor comercial ii) fomentar y promover la transformación de los recursos extraídos con el fin de incrementar el valor agregado y el precio de comercialización por unidad producida iii) fomentar investigaciones de mercado para especies maderables y no maderables como forma de diversificar el uso de la biodiversidad.
- 11) Por último se recomienda el manejo sostenible de los recursos naturales y de los bosques tropicales como forma de garantizar las necesidades de desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales renovables para las futuras generaciones.



## ANEXO 1.

**Cuadro 6. Resultado físico y económico de existencia y flujo anual de BIENES**

BIEN	Precio f.o.b (Q/U)	EF <sub>M</sub> (U/ha)	VEE <sub>M</sub> (Q/ha)	FF <sub>M</sub> (U/ha/año)	VEF <sub>M</sub> (Q/ha/año)	CD <sup>c</sup> (Q/ha/año)	ING.NETO (Q/ha/año)	ING. NETO <sup>d</sup> (\$/ha/año)
MADERA (pt)	5.40	132,16 <sup>a</sup>	714	3.30 <sup>b</sup>	17.82	3.50	14.32	2.29
XATE (G) <sup>e</sup>	3.96	5	19.8	10	39.6	9.08	30.5	4.88
CHICLE (kg)	23	4.32	99.36	0.86	19.78	3.33	16.45	2.63
BAYAL (mts)	0.2976 <sup>f</sup>	381	113.7	95.25	28.34	17.74	10.59	1.69

a - La abundancia física aprovechable de madera es para individuos con dap  $\geq 60$ cm .- b - Ciclo 40 años. - c - Costo económico: insumos y servicios -precio de mercado \* FEC; Jornales -costo de oportunidad de la mano de obra S. Miguel - d - El ingreso neto corresponde solo al flujo de extracción anual aprovechable (TCE 6.25 Q:1\$). - e - Una gruesa equivale 80 hojas - f - Precio CIF de bien sustituto (*Salix sp*, mimbre)

**Cuadro 7. Resultado físico y económico de existencia y flujo de FUNCIONES Y ATRIBUTO**

FUNCION	Cuantificación Física		Precio (Q/t)	Valoración Económica	
	EF <sub>C</sub> (t/ha) FF <sub>C</sub> (t/ha/año)			VEE <sub>C</sub> (Q/ha)	VEF <sub>C</sub> (Q/ha/año)
SECUESTRO DE CARBONO	16.33	0.000098	34.37	561	0.00336
CICLAJE NUTRIMENTOS NPK	0.5836	0.14296	506.25	295.44	72.37
CONTROL EROSION	2,632	-0.94	1.10	2,895	-1.03
BIODIVERSIDAD <sup>a</sup>	---	---	---	123.12	17.56

a - El método de la Disponibilidad a pagar no calcula existencias y flujos físicos

## **ANEXO 2.**

### **Métodos de valoración económica**

Los métodos de valoración de beneficios y costos se pueden clasificar en métodos directos e indirectos.

Los métodos directos utilizan precios de mercado y/o sombra. Incluyen entre otros el método de cambio en productividad, costo de reemplazo, costo de sustitución, pérdida de ingresos, costo efectividad, costo de oportunidad y costos preventivos. Los métodos de valoración indirecta no usan precios de mercado y dentro de esta categoría se encuentran los métodos de valoración contingente, costo de viaje y métodos de valoración hipotética.

Los más usados y que detallaremos a continuación son: cambio en productividad, costo de reemplazo, costo de sustitución, pérdida de ingresos, costo de oportunidad, método de valoración contingente y costo de viaje.

### **Cambios en productividad**

Los cambios en productividad causados por un proyecto son identificados dentro y fuera del sitio. Los primeros, por ejemplo son los cambios en producción que se obtienen con el proyecto por el aumento de la producción de maíz, como resultado de la utilización de técnicas de protección del suelo y de aportes de nutrientes. Los cambios en productividad fuera del sitio, son las externalidades o efectos indirectos ambientales y económicos productos de la intervención (Dixon, 1988).

La productividad del suelo no sólo se relaciona con la fertilidad sino también con el contenido de materia orgánica, estructura del suelo y otros factores que afectan el crecimiento de las plantas. La pérdida de suelo se vincula con la disminución de productividad de los cultivos y esta puede ser una aproximación al valor de dicha pérdida.

Numerosos estudios han mostrado una correlación directa entre profundidad del suelo y rendimientos de los cultivos (Gregersen, 1986). Los niveles de pérdida de suelo que pueden ser tolerados sin disminución de productividad depende del tipo de suelo y del clima. En un estudio en la India (Tejwani y Babu, 1982 cit. Gregersen, 1986) encontraron que para cultivos de maíz por un cm. de suelo perdido la producción disminuyó de 100 kg/ha a 52 kg/ha en dos años. Valores permisibles de 11 T/ha/año de suelo perdido son reportados para tierras agrícolas y entre 4 y 15 toneladas para diferentes tipos de suelos tropicales (Bennett, 1939; Lombardi y Bertoni, 1975 cit. Gregersen et al. 1986).

Los efectos del sistema de tumba y quema en la función de recarga y descarga de aguas subterráneas pueden ser identificados en una zona alejada del área del cultivo. Esta variación de la función recarga y descarga puede afectar áreas aledañas de pasturas para ganado, donde el cambio en los niveles freáticos afecta la disponibilidad de agua de las raíces pudiendo secarse áreas de pastizales, con disminución de la productividad en determinada época del año.

Fleming (1983 cit. Dixon 1988) en un estudio de caso de un proyecto de conservación de suelos en Nepal utilizó la técnica de cambio en productividad de pastos y forrajes, valorados en términos de la obtención de leche y fertilizante orgánico por el ganado.

### **Costo de reemplazo**

Los efectos negativos de una actividad pueden ser minimizados o eliminados reemplazando los servicios ecológicos o los productos perdidos. Este reemplazo se considera como una aproximación a la evaluación de los costos de un proyecto (Dixon 1988). Esta técnica tiene dos supuestos: la magnitud de los daños deben ser medibles y el costo de reemplazo no puede superar el valor de la calidad del recurso productivo destruido.

Dixon (1988) utilizó en Corea este método reemplazando toneladas de suelo depositadas en la parte baja de la cuenca, por un uso inadecuado en la parte alta de la cuenca. La pérdida de nutrimentos y suelo no solo redujo la productividad y el valor de la tierra de la parte alta de la cuenca sino que también afectó los niveles de sedimentos en los ríos de la parte baja.

El método de costo de reemplazo incluyó la reposición de la cantidad de suelo y nutrimentos perdidos, así como los costos de mantenimiento, compensación e irrigación. El costo de reposición del suelo incluyó el valor de la tierra, transporte y mano de obra para el esparcimiento del suelo en el sitio. En el caso de los nutrimentos fue calculado con un lisímetro la cantidad de nutrimentos perdidos por ha. y los costos de reemplazo se valoraron a precios de mercado.

Gregersen (1986), plantea que los beneficios del control de erosión de un proyecto de manejo de cuencas, puede ser valorado a partir del costo en fertilizante que sería necesario aplicar para mantener un determinado nivel de producción. El precio CIF o FOB de estos fertilizantes pueden ser una buena aproximación al costo de reemplazo.

Para aproximar la cantidad de suelo perdido por determinado uso de la tierra puede calcularse a través de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE), por investigaciones de campo, opinión de campesinos locales y fotografías aéreas (Gregersen et al. 1986).

### **Costo de sustitución**

Este método es utilizado para la valoración de la pérdida de suelos. Los costos de sustitución de diversas tecnologías que controlen físicamente la pérdida de suelos es utilizado para valorar la función control de erosión de determinados usos de la tierra. Sung-Hoon et al. (1988 cit. Dixon 1988)) utilizaron éste método considerando siete sistemas de manejo de suelos en cultivos, comparándola con la práctica existente. Se obtuvo información de parcelas durante dos años obteniendo la pérdida de suelos (kg/ha/año) y sus costos de manejo (\$/ha).

Métodos de control de erosión y sedimentos utilizados en el este y oeste de los Estados Unidos han sido evaluados por Thronson (1973, cit. Gregersen et al. 1978). Datos de costos fueron aplicados en métodos de control de pérdida de suelos, considerando costos de mano de obra, equipo y materiales. Los costos de metros cúbicos de suelo retenido por métodos de conservación de suelos fueron comparados con costos de métodos de remoción de sedimento en canales de agua y lagunas de inundación. Los resultados indicaron que la inversión en

métodos de control de erosión es menos costosa que la remoción de sedimentos de los canales.

La utilización de este método y la consideración de técnicas de sustitución deben ser acordes a la realidad de la zona de análisis.

### **Pérdida de ingresos**

Esta técnica es utilizada principalmente en áreas urbanas para medir los daños de la contaminación del agua y el aire. Las pérdidas de ingresos y costos médicos de las personas afectadas por la contaminación ambiental deben ser considerados como un costo del proyecto (Mishan 1982; Dixon et al. 1988).

Cuando el efecto ambiental puede ser conocido en el corto plazo esta técnica da una aproximación a dicha pérdida, pero si el efecto ambiental no es conocido en el largo plazo o no puede ser fácilmente identificado no es recomendable su utilización. (Hufschmidt et al. 1983).

Dixon (1988), plantea que para obtener buenas aproximaciones se debe conocer la causa y el efecto del impacto, asignando valores reales de atención médica dependiendo del tipo de efecto.

### **Costo de oportunidad**

Este método es aplicado en el caso de valoración de bosques tropicales, establecimiento y protección de hábitats de vida silvestre, sitios histórico y culturales. El costo de oportunidad de un recurso que no tiene precio, puede ser estimado por un ingreso obtenido por otros usos sea agrícola, forestal u otros (Pearce y Turner, 1991, Dixon, 1988; Ruitenbeek, 1990).

El costo de oportunidad de preservación es el costo de no uso comercial de un recurso (preservación de un parque nacional), estimado mediante los ingresos generados de otros usos próximos (Dixon 1988). Un ejemplo del uso de ésta técnica se encuentra en el estudio de Hell's Canyon (Krutilla y Fisher, 1985), donde la construcción de una presa de generación hidroeléctrica provocaba una alteración irreparable a un hábitat de vida silvestre único. Los

resultados del análisis concluyeron que los beneficios del proyecto propuesto y bajo ciertos supuestos no justificaban las pérdidas del hábitat natural. El costo de oportunidad aplicado para el valor de conservación fué definido como el costo de generación de energía de otras fuentes.

Fleming (1983) la utilizó para aproximar el valor de la leña en un bosque de Nepal, a partir del tiempo que demora una familia en recoger determinada cantidad de leña, valorada al costo de oportunidad de la mano de obra del lugar. Kramer et al. (1993) utilizó el costo de oportunidad de los ingresos dejados de percibir por pobladores cercanos a la creación de un parque nacional en Madagascar, considerando a éstos como los beneficios no obtenidos por la deforestación de 200.000 ha. al año para cultivos y extracción de madera.

### **Método de valoración contingente**

Esta técnica se aplica para crear un nuevo mercado y construir la curva de demanda de la preferencia de determinado bien ambiental (Pearce y Turner, 1990).

Es un método que utiliza las encuestas cuando un recurso natural no tiene precio de mercado y permite determinar la voluntad de pago de una sociedad para la protección o mejoramiento de un recurso natural. Se incluyen funciones como preservación de especies, diversidad genética, aspectos históricos y culturales, preservación de espacios abiertos, etc. Los resultados de la encuesta adolece de problemas de aplicación para los países de América Latina, debido al desconocimiento de información sobre el ecosistema analizado.

Otras técnicas de valoración contingente utilizan cuestionarios para determinar la reacción del consumidor ante ciertas situaciones y se incluyen también: juegos Bidding, experimentos de aceptación, juegos trade-off, opciones de menor costo y técnicas Delphi. (Dixon, 1988; Hufschmidt, 1983; Pearce y Turner, 1991).

Los métodos de valoración hipotética sin precio de mercado, se aplican mediante encuestas a los afectados por el proyecto para conocer la disponibilidad a pagar por el desarrollo de determinada actividad, incluyéndose entre otros: juegos de intercambio y encuestas de costo-precio (Pearce y Turner, 1990; Dixon y Sherman, 1990).

### **Costo de viaje**

Esta técnica ha sido utilizada para conocer la disponibilidad a pagar de la recreación en sitios naturales y parques nacionales (Rosenthal et al. 1983; Pearce y Turner, 1990, Windevoxhel, 1992). A partir de una función de regresión, basada en la conducta observada de los individuos se deriva una curva de demanda del valor de recreación. Esta técnica debe ser aplicada con mucho cuidado en países tropicales y en desarrollo debido a los supuestos básicos del modelo.

Windevoxhel (1992) indica que los principales supuestos básicos que sustentan una buena aplicación e interpretación del método de costo de viaje son: 1) tener un amplio rango de orígenes de visitantes. 2) homogeneidad en el ingreso de los usuarios por origen. 3) viaje en vehículo particular y 4) destino único de recreación.

En el caso de calcular la curva de demanda por turismo en un parque que recibe visitas locales, los valores obtenidos pueden dar como resultado una curva de demanda baja; esto se explica por la no inclusión de los costos de transporte al sitio. Cuando los visitantes recorren amplios rangos de distancia la curva de demanda es más alta. A su vez, el supuesto de homogeneidad del usuario y sus intereses es una limitante del modelo ya que no considera gustos y preferencias individuales, que son según la teoría económica clásica el origen de una curva de demanda.

## BIBLIOGRAFÍA

- AYLWARD, B. Y BARBIER, E. 1991. Valuing Environmental Functions in Developing Countries: A Challenge for Economics and Ecology. Paper presented at the International Workshop on Ecology and Economics. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 20 p
- BARBIER, E. 1989. The Economic Value of Ecosystems. 1 - Tropical Wetland Gatekeeper 89-02 London Economics Center, London.
- BARBIER, E. 1989. Economic Evaluation of Tropical Wetland Resources Applications in Central America. A report prepared for CATIE and Regional Wetlands Programme of the UICN. 33 p.
- BARBIER, E. COSTANZA, R. Y TWILLEY, R. 1991. Lineamientos para la evaluación económica de humedales tropicales. Informe del "Taller Internacional de Trabajo para la Elaboración de un Manual de Evaluación Económica de los Bienes y Servicios de los Humedales Tropicales" (30 de mayo - 2 de junio). CATIE, Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible-OLAFO. Colección diversidad biológica y desarrollo sustentable IV. Metodologías. 63 p.
- BARBIER, E. W. ADAMS AND K. KIMMAGE. 1991 Economic Valuation of Wetland Benefits The Handeja-Jama'are Floodplain, Nigeria. Paper. Prepared for the Wetlands Program UICN. London Environmental Economics Center, Endsleigh st. London. 26 p.
- BROOKSHIRE, D.S., EUBANKS, L.S RANDALL, A. 1983. Estimating option prices and existence values for wildlife resources. Land Economics 59:1-15.
- COSTANZA R. et al, 1985. The Economic Value of Coastal Wetlands in Louisiana. Final Report to the Louisiana Department of Natural Resources. Centre for Wetland Resources. Louisiana State University, Baton Rouge, La. 70803.
- COSTANZA, R. 1991. Ecological Economics: A Research Agenda. Oxford University. Structural Change and Economics Dynamics, vol. 2. Nro. 2, 1991.
- COSTANZA, R. DALY, H. 1991. Natural Capital and Sustainable Development. Conservation Biology. Vol. 6. Nro. 1. Marzo 1991.
- COSTANZA, R; FARBER, S. Y MAXWELL, J. 1994. Guidelines for Economic Appraisal of Watershed Management Projects. Department of Forest Resources, College of Forestry, University of Minnesota. St. Paul. Minnesota, USA.
- COSTANZA, R; FARBER, S. Y MAXWELL, J. 1989. The valuation and management of wetland ecosystems. Ecological Economics. 1: 335-361.
- DIXON, J. AND SHERMAN, P. 1990. Economics of Protected Areas; A New Look at Benefits and Costs. Washington, EEUU. Island Press. 24 p.
- DIXON, J. CARPENTER, L. SHERMAN, P. and Manopimoke. 1986. Economics Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects. Earthscan Publications London in association with The Asian Development Bank. Manila. 132 p.
- DIXON, J.A. et al. 1988. Economic Analysis of Environmental Impacts. Earthscan Publications, London.
- DIXON, J.A. et al. 1989. Economic Analysis of Environmental Impacts. Earthscan Publications, London.
- GITTINGER, J. 1972. Análisis económico de Proyectos Agrícolas. Ed. Tecnos. Madrid, España.
- GREGERSEN H. et al. 1986. Guidelines por Economic Appraisal of Watershed Management Projects. FAO. The Food and Agriculture Organization of the United Nations. 72 p.



- GREGERSEN, H Y BROOKS, K. 1978. Economic analysis of Watershed Projects: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 45 p.
- GREGERSEN, H. et al. 1986. Guidelines for Economic Appraisal of /Watershed Management Projects. Department of Forest Resources, College of Forestry, University of Minnesota. St. Paul. Minnesota, USA.
- PEARCE, D. BARBIER, E. AND MARKANDYA A. 1989. Sustainable Development: Economic and Environment in the third World. London.
- PEARCE Y TURNER, 1990. Economics of Natural Resources and the Environment, Harvester, Wheatsheaf: Hertfordshire.
- PEARCE, D Y TURNER, R. 1991. Economics of Natural Resources and the Environment. The Johns Hopkins University Baltimore. Maryland. 374 p.
- SENCION, G. AMMOUR, T. y SOLIS, H. 1992. Valoración Económica de los Humedales de Petexbatún, El Petén, Guatemala. Proyecto Olafo, CATIE, Costa Rica.
- SENCION, G. 1996. Valoración Económica de un Bosque Tropical. "Estudio de Caso San Miguel la Palotada, Petén, Guatemala. Tesis, MSc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- SQUIRE, L. VAN DER TAK, H. 1980. Análisis Económico de Proyectos. The Johns Hopkins University, press, Baltimore, Londres. Ed. Tecnos. Madrid.
- WINDEVOXHEL, N. 1992. Valoración Económica parcial de los Manglares de la Región II de Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 100 p.