

CONTABILIDAD AMBIENTAL USANDO EMERGÍA: SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGRO-SILVÍCOLAS Y AGRO-INDUSTRIALES EN CHIAPAS, MÉXICO

Hugo A. Guillén Trujillo

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas
Boulevard Belisario Domínguez Km. 1081
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México 29100
Tel. y Fax. (961) 6150527
E-mail: hugoguillen@prodigy.net.mx

RESUMEN

Tomando en consideración que los sistemas tradicionales de análisis de costo-beneficio no incluyen variables ambientales, el concepto de eMergía fue desarrollado para medir toda la energía directa e indirecta para generar un producto. En análisis eMergéticos, variables ambientales, sociales y económicas son incluidas e índices son calculados como herramientas de comparación para diferentes sistemas. En este artículo, índices eMergéticos y financieros son calculados para determinar la sostenibilidad de sistemas agro-silvícolas y agro-industriales en Chiapas, México. Análisis eMergéticos y financieros fueron calculados para: 1) 400 hectáreas en extracción forestal, 2) 1 hectárea en cultivo de café bajo sombra, y 3) 1 hectárea para caña de azúcar industrializada.

La extracción de madera de selvas tropicales fué el sistema con menor dependencia en insumos externos (adquirido/libre = 0.41) y con alta rentabilidad (ganancia neta/costo = 1.93). La producción de caña de azúcar industrializada fue, al momento de realizar el análisis, una de las actividades más productivas en la región (ganancia neta/costo = 1.5). El cultivo de café bajo sombra fue considerado un sistema agro-silvícola sostenible porque mantiene parte de selva original. Sin embargo, el uso de químicos para la producción de café hace esta actividad menos atractiva desde el punto de vista económico (ganancia neta/costo = 0.47).

INTRODUCCIÓN

Los análisis tradicionales de costo-beneficio no incluyen variables ambientales en consideración. eMergía es una medida de toda la energía directa e indirecta para generar un producto. En análisis eMergéticos variables ambientales, sociales y económicas son incluidas e índices son calculados como herramientas para la comparación de diferentes sistemas.

Los sistemas agro-silvícolas y agro-industriales deben ser evaluados usando tanto análisis eMergéticos como financieros para ofrecer una mejor perspectiva de la sostenibilidad a largo plazo. En este artículo, los índices emergéticos de inversión (IR) y de carga ambiental (ELR) son calculados para determinar la sostenibilidad de sistemas agro-silvícolas y agro-industriales en Chiapas, México. El índice financiero ganancia neta/costo es usado como un indicador de la rentabilidad de estos sistemas. Los sistemas analizados son descritos a continuación.

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Sistema de Extracción Forestal en 400 Hectáreas de Selva Tropical

El sistema consiste de 400 hectáreas de selva mediana sub-perennifolia en la Colonia Agrícola Ganadera Felipe Ángeles del Municipio de Cintalapa, Chiapas, México. Los tipos principales de vegetación están compuestos por asociaciones de especies propias de las regiones tropicales destacando por su frecuencia agucatlillo (*Nectandra globosa*), mujú (*Brosimum alicastum*), manguillo (*Hyperbaena mexicana*), chinine (*Persea schiedeana*), calhuaste (*Guarea chichon*), entre otros. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual es de 24.4 °C con una precipitación media anual de 1,833.6 mm. La topografía del terreno es accidentada con pendientes que oscilan de 10 a 45%.

El sistema de explotación consiste en el aprovechamiento de recursos forestales maderables principalmente de especies tropicales. Las especies principales a extraer son: hormiguillo (*platymiscium dimorphandrum*), cedro (*cedrella odorata*), cedrillo (*guarea glabra*), mujú (*brosimum alicastrum*), entre otras. Los árboles a extraer deberán tener un diámetro mínimo de corta de 45 cm con una intervención máxima del 35% de la existencia. Las cuatrocientas hectáreas fueron divididas en 12 rodales de 33.33 hectáreas, por lo que el período de corta es de cada 12 años. En base a un inventario previo se determinó que con estas cuotas de extracción, el sistema es sostenible a largo plazo (Borja et al., 2001).

Sistema de Cultivo de Café de Una Hectárea Bajo Sombra con Químicos

Chiapas contribuye con el 30 por ciento de la extensión nacional dedicada al cultivo del café. Sin embargo, en el año de estudio (2001), el cultivo de café usando químicos ha sido considerado de baja rentabilidad debido a que los mercados internacionales están saturados y el precio del café es bastante bajo. Se seleccionó para el estudio una hectárea de café de sombra con uso de fertilizantes químicos en el municipio de La Concordia, Chiapas, México; por ser representativa de muchas regiones del estado. El sistema que se eligió para este estudio es el sistema de monocultivo llamado "especializado" con producción de café arábigo (*coffea arabiga*). Las características del sistema especializado son: 1) alto rendimiento, 2) densidades mayores de 1,200 plantas por hectárea, 3) sombra especializada, 4) dos a tres fertilizaciones por año, y 5) podas sistemáticas (Zavala et al., 2001). Este café se cultiva preferentemente en terrenos ubicados entre 500 y 1,500 metros sobre el nivel medio del mar con climas cálido húmedo y abundantes lluvias de verano. Las plantas que proporcionan sombra para este café son: acacia (*acacia virginalis*), gandul (*cajanus indicus*), paterno (*inga paterno*), cajinicuil (*inga edulis*), pomarroja (*eugenia jambos*), entre otras. La vida útil de una planta de café oscila entre los 15 y 25 años dependiendo de los sistemas de conservación y labranza. La producción promedio por hectárea de café es de 563.5 kilogramos de café pergamino. No obstante en que los sistemas de producción de café a pleno sol (sin sombra), los rendimientos pueden llegar alcanzar hasta los 3,450 kilogramos por hectárea; el café de sombra tiene una función importante en la conservación de las selvas al requerir de una cobertura forestal permanente.

Sistema de Cultivo de Caña de Azúcar en Una Hectárea Tecnificada

Para evaluar un sistema agro-industrial se seleccionó la producción de caña de azúcar por ser uno de los cultivos comerciales mas importantes en la región central de Chiapas. Los valores que se evalúan son resultado del promedio de datos de 3,686 hectáreas en producción de caña de azúcar (variedades Mex-57473 y Mex-69290) en los municipios de Venustiano Carranza y Las Rosas, Chiapas, México (Castillejos et al., 2001). Estos cultivos se ubican a una elevación promedio de 600 metros sobre el nivel medio del mar con clima cálido sub-húmedo, lluvias en verano y un

precipitación media anual de 1,218 mm. La temperatura media anual es de 25.3 °C. La vegetación es escasa ya que la selva caducifolia que existía antes de cultivar caña de azúcar, fue reemplazada por vegetación de sabana. Aún se observan en las inmediaciones vestigios de selva media perennifolia próxima a las márgenes de los ríos. Para satisfacer la demanda de agua durante todo el año se construyeron presas derivadoras. Para 1999, se abastecieron alrededor de 3,500 m³ de agua con sistemas de canales de distribución a los campos de cultivo. Se calcula pérdidas de más del 50% del volumen de agua debido a deficiencia y mala operación de estos sistemas de irrigación. Con nuevas tecnologías se ha incrementado la producción de caña de azúcar de 50 hasta 130 toneladas por hectárea. El promedio anual del distrito que se analiza en el presente estudio es de 95 toneladas por hectárea.

MÉTODOS

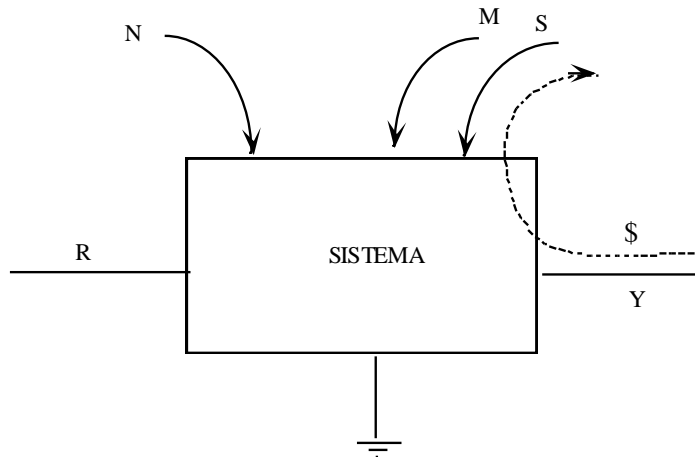
Diferentes herramientas de análisis son empleadas para responder preguntas relacionadas a la sostenibilidad de actividades productivas. Análisis emergéticos de los flujos de energía, materiales y servicios se cuantifican para evaluar las actividades productivas. Análisis financieros son usados para evaluar los beneficios económicos de las actividades productivas. Información relevante de cada sistema se recopiló de expertos en la región.

Análisis Emergéticos

La metodología de análisis emergéticos es un enfoque de sistemas de "arriba hacia abajo" y está diseñada para evaluar los flujos de energía y materiales de los sistemas en unidades comunes que permitan comparar los aspectos ambientales y económicos de los sistemas (Brown y Murphy, 1994; Odum, 1996). El primer paso en cada uno de los análisis emergéticos consiste en construir un diagrama de sistemas para organizar las ideas del analista y las relaciones entre los componentes y los flujos de materiales y energía. El segundo paso consiste en elaborar una tabla de análisis emergéticos apoyados en el diagrama (ver Apéndice). Los flujos de energía son posteriormente agregados (Figura 1) en entradas ambientales (R y N), flujos de insumos (M y S), y productos de salida (Y). El paso final consiste en el cálculo de diversos índices que relacionan los flujos emergéticos de la economía con los del ambiente, y permiten la predicción de la viabilidad económica y capacidad de carga ambiental del sistema en estudio (Tabla 1).

El índice de inversión (IR) se define como la tasa de insumos adquiridos (económicos) con respecto a las emergías libres (renovables y no renovables) provenientes de las fuentes locales. El nombre se deriva del hecho que es una tasa de emergía externa (invertida) a la emergía residente. El índice de inversión es un número adimensional; entre más grande el índice, mayor es la cantidad de emergía adquirida por unidad de emergía residente. El índice de carga ambiental (ELR) es una medida del impacto potencial o "carga" que una actividad particular de desarrollo puede tener en el ambiente (Brown et al., 1992). Es una relación entre la suma de la emergía adquirida (M y S) y la emergía residente no renovable (N) entre la emergía residente renovable (R). Este índice puede ser usado como un indicador del nivel apropiado de desarrollo de las alternativas para implementar un proyecto. La mayoría de los procesos productivos de la humanidad incluyen la interacción entre recursos no renovables con recursos renovables del ambiente. Los índices de carga ambiental (ELR) bajos indican relativamente pequeñas "cargas" en la base de soporte del ecosistema, mientras que ELRs altos reflejan un impacto potencial mayor (Doherty and Brown, 1993). Los índices de inversión (IR) y de carga ambiental (ELR)

reflejan la tensión potencial de un desarrollo cuando se compara con un mismo índice de la región.



SIMBOLOGÍA:

R. Emergías renovables libres de entradas ambientales tales como el sol, viento y lluvia

N. Emergías de recursos no renovables del ambiente local tales como el suelo, selvas, madera, y minerales extraídos muchos más rápido que su tasa de producción natural.

M. Emergía adquirida de minerales, combustibles y materia prima importada a la región por el sistema económico, y

S. Emergía adquirida en servicios y mano de obra (el trabajo que se paga a la gente).

Figura 1. Diagrama de los Principales Flujos de Emergía y Materiales.

Análisis Financieros

El enfoque económico sugerido por Kiker y Lynne (1995) consiste en los siguientes pasos: 1) establecer las fronteras socio-económicas asociadas con la alternativa a analizar, 2) identificar los flujos de los recursos importantes que entran y salen del sistema en estudio delimitado por la frontera del paso anterior, 3) cuantificar los flujos de los recursos que entran y salen del sistema, 4) identificar los beneficios y costos asociados con la alternativa, 5) cuantificar en términos monetarios los beneficios y costos, y 6) comparar los beneficios y costos con el empleo de índices pre-establecidos. El índice ganancia neta/costo es usado como un indicador monetario de la rentabilidad del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adicionalmente a los tres sistemas evaluados en este trabajo, para efectos de comparación se incluyen en la Tabla 1, dos sistemas característicos de producción en el estado: 1) el sistema de producción de maíz usando el modelo rotatorio de cultivo con 12.5 hectáreas, y 2) el sistema de producción de maíz usando fertilizantes químicos. Estos dos sistemas fueron previamente evaluados por Guillén-Trujillo (1998).

El sistema de extracción forestal, medido con el índice adquirido/libre (0.41, Tabla 1) es el sistema con menor dependencia externa con respecto a insumos adquiridos. Setenta por ciento de su emergía para mantenerse proviene de la lluvia (251E15 sej/año, Tabla A-1) y puede observarse que es el sistema con el mayor uso de emergía como consecuencia de la extensa cantidad de selva tropical bajo manejo forestal. Esto implica que para su sostenibilidad a largo

plazo deberá mantenerse el sistema con cuatrocientas hectáreas asegurando que las cuotas de extracción de madera autorizadas(28.3 m³/ hectárea/año) no sean rebasadas. También el sistema de extracción de madera de selvas tropicales tiene el índice de ganancia neta/costo mas alto (1.93, Tabla 1) de los tres sistemas analizados en este trabajo indicando alta rentabilidad. Sin embargo, el sistema de milpa migratoria (12.5 hectáreas) resulta económicamente mas atractivo (ganancia neta/costo = 2.32) obtenido con una menor extensión pero con efectos severos en cuanto al mantenimiento de cobertura vegetal de selva tropical original. Desde el punto de vista de conservación de las selvas tropicales (sobre todo la perennifolia con una alta biodiversidad que se localiza en Chiapas), resulta mas adecuado promover el sistema de extracción forestal. Sin embargo, se ha observado que este sistema actualmente no es sostenible, entre otras, por las siguientes razones: 1) altas presiones de colonización, 2) decremento de las selvas tropicales en el estado al incrementarse la frontera agrícola, y 3) sobre-explotación de las cuotas de extracción por falta de control y vigilancia.

Tabla 1. Índices Emergéticos y Financieros para la Evaluación de Actividades Productivas en Chiapas (2001).

Índices/Alternativas	Cultivo de milpa migratoria (12.5 hectáreas)	Cultivo de maíz químicos (1 hectárea)	de Extracción con selva tropical (400 hectáreas)	Café en sombra químicos (1 hectárea)	bajo Caña de azúcar industrializada (1 hectárea)
Índices emergéticos:					
Adquirido/libre	0.74	5.68	0.41	9.35	16.26
No renovable/renovables	0.10	5.98	0.03	7.74	18.27
Servicio/libre	0.72	1.58	0.39	6.01	2.06
Servicio/recurso	0.70	0.31	0.39	1.39	0.14
Desarrollado/ambiente	0.87	8.14	0.44	19.85	20.89
Emergía Usada (1E+15 sej)	22.27	8.70	360.34	15.39	28.54
Transformidad (1E+05 sej/J)	3.64	2.38	0.38	9.14	0.21
Índices financieros:					
Ganancia neta/costo	2.32	1.05	1.93	0.47	1.50
Total producido (US\$)	664	448	1,175,169	1,263	2,970
Total en costos (US\$)	200	219	400,615	858	1,186
Ganancia neta (US\$)	464	229	774,554	405	1,784
Subsidio gubernamental (US\$)	126	50.53	0.00	52.63	36.84

NOTAS:

- 1) US\$ = 9.5 Pesos mexicanos
- 2) Costo de oportunidad del suelo y mano de obra familiar no están incluidos en los análisis.
- 3) Cultivo de maíz con químicos corresponde al modelo TMF-MC (Palenque) evaluado por

Guillén-Trujillo (1998).

4) Cultivo de milpa migratoria (12.5 hectáras) es el sistema analizado en Corozal en Guillén-Trujillo (1998).

5) Total en ventas y costos no incluyen los subsidios del gobierno.

Opuesto al sistema de extracción forestal, se encuentra el sistema de producción de caña de azúcar tecnificado que depende principalmente de fuentes externas (M y S) comparada con las internas (R y N). El índice adquirido/libre de 16.26 indica la fuerte dependencia en insumos para el sistema de producción de caña, particularmente fertilizantes (9.8E15 sej/año) que constituyen el 34 por ciento de la emergía total empleada en el sistema (Tabla A-3). Sin embargo, el cultivo de caña de azúcar es una de las actividades altamente redituables (ganancia neta/costo = 1.5, Tabla 1). Otra desventaja, a criterio del autor, además de su alta dependencia externa, es que este cultivo requiere de la destrucción completa de los ecosistemas nativos.

El sistema de café bajo sombra empleando fertilizantes químicos tiene un alto índice de dependencia externa (libre/adquirido = 9.35, Tabla 1). Este sistema se ubica en el rango superior (usando el IR como referencia) entre sistemas que dependen altamente del mantenimiento de las selvas tropicales primarias o de sucesión, como son los casos de los sistemas de extracción forestal y milpa migratoria con IRs menores de la unidad (IRs de 0.41 y 0.74, respectivamente); y con sistemas que sustituyen completamente los ecosistemas nativos como son los de producción de maíz y caña industrializados (IRs de 5.68 y 16.26, respectivamente). A pesar de su alto índice de inversión, el cultivo de café bajo sombra empleando químicos mantiene una cobertura vegetal. No existe una destrucción total de la biodiversidad ya que para un mejor manejo se seleccionan árboles nativos que den mejor sombra y fijen nitrógeno, además de otras especies inducidas. Este es un sistema adecuado para promoverse en zonas de transición entre áreas protegidas y áreas de intenso uso agrícola.

El requerimiento de mano de obra en el cultivo de café es muy alto con respecto a los otros sistemas productivos debido a: 1) manejo de la sombra, 2) condiciones de pendiente del terreno (comúnmente mayores del 15 %), 3) mantenimiento de las plantas de café y 4) las actividades de corte, selección y secado del grano. Esto se refleja en los índices servicio/libre y servicio/recurso de 6.01 y 1.39, respectivamente; los más altos de todos los sistemas comparados. Actualmente, debido a las condiciones de producción en el mercado mundial, y la falta de infraestructura a pequeños agricultores para agregarle valor al producto; el índice de ganancia neta/costo es menor que uno, indicando que el cultivo no es redituable. A pesar de subsidios aportados por el gobierno para compensar a los pequeños cafecultores de la región, uno de los efectos inmediatos que se han observado en algunas regiones de Chiapas, es el cambio de cultivo de café al maíz, impactando tremendamente en el mantenimiento de la actual cobertura forestal.

En general se puede observar, que los sistemas con gran dependencia al exterior en insumos como fertilizantes, tienen índices de carga ambiental (desarrollado/ambiente) mayores de uno. Entre estos sistemas se encuentran: producción de maíz con fertilizantes, café bajo sombra con fertilizantes, y caña de azúcar tecnificada; la característica común de estos sistemas es el uso de agroquímicos y sus índices de carga ambiental fueron de 8.14, 19.85 y 20.89, respectivamente. Por otro lado, los sistemas que requieren de mayor área para su mantenimiento, como el cultivo de maíz con sistema migratorio y la extracción forestal en selva tropical dependen básicamente de los recursos renovables. Esto es expresado con el índice no-renovable/renovable con valores menores a la unidad. Sin embargo, la permanencia de estos sistemas está amenazada por el incremento de población que requiere de mayor producción agrícola en menores extensiones,

sustituyendo la emergía contribuida por los recursos renovables (por ejemplo, fijación de nitrógeno vía leguminosas) por agroquímicos.

CONCLUSIONES

El sistema de extracción forestal en selva tropical fue tanto el sistema con menor dependencia con respecto a insumos externos (adquirido/libre = 0.41) como el mas redituable (ganancia neta/costo = 1.93). Sin embargo, para su sostenibilidad, el sistema deberá mantenerse con cuatrocientas hectáreas para mantener la emergía proveniente de los recursos renovables; y, además, asegurarse que las cuotas de extracción de madera (28.3 m³/ hectárea/año) no sean rebasadas.

El sistema de producción de caña de azúcar tecnificada tiene una fuerte dependencia del exterior (adquirido/libre = 16.26) debido al uso de agroquímicos (9.8E15 sej/año). Sin embargo, es una de las actividades productivas altamente redituable (ganancia neta/costo = 1.5). Desde el punto de vista de conservación tropical, este sistema tiene la desventaja de sustituir ecosistemas nativos.

El sistema de cultivo de café bajo sombra con agroquímicos, podría considerarse como un sistema, que se ubica en un punto medio entre los sistemas analizados. En los sistemas de extracción forestal y milpa migratoria, la mayor parte de su emergía proviene del mantenimiento de una cobertura vegetal proporcionada por selvas tropicales primarias o de sucesión; mientras que la producción de caña de azúcar y maíz, ambos producidos con agroquímicos, la mayor parte de su emergía proviene de insumos externos. El café bajo sombra, y sobre todo si en lugar de usar agroquímicos se emplean fertilizantes orgánicos, puede considerarse como un sistema adecuado para zonas de transición entre áreas naturales protegidas y de uso intenso agrícola. Sin embargo, las desventajas actuales del sistema de producción de café bajo sombra con agroquímicos son: 1) alto índice de dependencia externa (libre/adquirido = 9.35) debido precisamente al uso de agroquímicos, 2) altos requerimientos de mano de obra (servicio/libre = 6.01) y 3) baja rentabilidad (ganancia neta/costo= 0.47).

Finalmente, los sistemas industrializados (maíz y caña de azúcar con agroquímicos) requieren menos área, pero tienen gran dependencia externa y, además, sustituyen ecosistemas nativos. Se requieren además, estudios mas extensos que incluyan en el análisis, los costos ambientales generados por la contaminación por agroquímicos para cuantificar tanto su viabilidad ambiental (ecología), financiera (economía) y social (equidad). Los sistemas que mantienen una cobertura vegetal original o modificada (extracción forestal en selva tropical, milpa migratoria y café de sombra) pueden ser sostenibles pero ante las grandes presiones poblacionales tienden a ser sustituidos por sistemas industrializados. Un manejo adecuado del café de sombra con fertilizantes orgánicos y una extracción forestal que respete las cuotas de extracción que garanticen sus funcionamiento a largo plazo, podrían ser considerados ejemplos de sistemas agro-silvícolas sostenibles que promueven actividades productivas en regiones donde las condiciones permitan implementarlos.

BIBLIOGRAFÍA

Borja Texocotitla A.M., F.R. Arroyo y J.R. Ramos Moreno (2001). *Evaluación emergética de un sistema forestal de selva media bajo manejo en la colonia agrícola y ganadera felipe angeles del*

municipio de cintalapa, chiapas. Trabajo de Evaluación del Diplomado en Valoración Ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. México.

Brown, M.T., P. Green, A. Gonzalez, and J. Venegas (1992). *Emergy analysis perspectives, public policy options, and development guidelines for the coastal zone of nayarit, mexico*. Volume 1 and 2. Report to the Cousteau Society and the Government of Nayarit, Mexico. Center for Wetlands and Water Resources. University of Florida. Florida, USA.

Brown, M.T. and R.C. Murphy (1994). *Emergy analysis perspectives on ecotourism, carrying capacity, and sustainable development*. Center for Wetlands. University of Florida. Gainesville, FL.

Castillejos Nuñez J., M. de J. Méndez González, A. W. Rosales Valencia, A. Jonapá González y J. Martínez Pale (2001). *Proyecto de caña de azúcar tecnificada de una hectárea de la localidad echpoiná (módulo 01) en el distrito de riego 059 río blanco del municipio de venustiano carranza, chiapas*. Trabajo de Evaluación del Diplomado en Valoración Ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. México.

Guillén-Trujillo Hugo A. (1998). *Sustainability of ecotourism and traditional agricultural practices in chiapas, mexico*. University of Florida. Ph.D. Dissertation. Gainesville, Florida, U.S.A.

Kiker, C.F. and G.D. Lynne (1995). *Wetland values and valuing wetlands*. En: *Intertidal marshes of florida's gulf coast, c. b.* Coultas and Y. P. Hieh eds. St. Lucy Press, Boca Raton, FL.

Odum, H. T. (1996). *Environmental accounting: emergy and environmental decision making*. John Wiley and Sons, Inc.

Zavala García, J.G., A. Zavala García y H.M. Sansebastian García (2001). *Valoración ambiental en una hectárea de cultivo de café con sombra para la zona del municipio de la concordia, estado de chiapas*. Trabajo de Evaluación del Diplomado en Valoración Ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. México.

APÉNDICE

Tabla A-1. Evaluación Emergética de 400 Hectáreas en Extracción Forestal.

Nota	Descripción	Unidades (unidades/año)	Trans- formidad (sej/unidad)	Emergía Solar 1E+15 (sej/año)	Valor Emdolars (US\$/año)*
RECURSOS RENOVABLES:					
1	Energía solar	2.62E+16 J	1.00E+00	26.22	13,947
2	Lluvia, energía química	1.63E+13 J	1.54E+04	250.97	133,494
RECURSOS NO RENOVABLES:					
3	Erosión del suelo	6.78E+10 J	7.37E+04	5.00	2,658
INSUMOS:					
4	Semillas	4.88E+08 J	3.64E+05	0.18	95
5	Fert. y pesticidas	0.00E+00 g	1.40E+10	0.00	0
6	Herramientas	7.34E+02 \$	1.88E+12	1.38	734
7	Aceite	1.07E+10 J	6.60E+04	0.71	377
8	Gasolina	2.23E+10 J	6.60E+04	1.47	784
9	Mano de obra	2.11E+10 J	4.77E+06	100.63	53,529
PRODUCCION:					
10	Madera extraída	9.51E+12 J	3.79E+04	360.34	191,671

Table 2. Evaluación Emergética de Una Hectárea de Café Bajo Sombra con Químicos.

Nota	Descripción	Unidades (unidades/año)	Trans- formidad (sej/unidad)	Energía Solar 1E+15 (sej/año)	Valor Emdolars (US\$/año)*
RECURSOS RENOVABLES:					
1	Energía solar	5.27E+13 J	1.00E+00	0.05	28
2	Lluvia, energía química	4.79E+10 J	1.54E+04	0.74	393
RECURSOS NO RENOVABLES:					
3	Erosión del suelo	1.02E+10 J	7.37E+04	0.75	399
INSUMOS:					
4	Plántulas	7.02E+01 \$	1.88E+12	0.13	70
5	Fert. y pesticidas	3.25E+05 g	1.40E+10	4.56	2,423
6	Maquinaria y herramientas	1.45E+02 \$	1.88E+12	0.27	145
7	Mano de obra	1.88E+09 J	4.77E+06	8.95	4,758
PRODUCCION:					
8	Café	1.68E+10 J	9.14E+05	15.39	8,188

Tabla 3. Evaluación Emergética de Una Hectárea de Caña de Azúcar Industrializada.

Nota	Descripción	Unidades (unidades/año)	Trans- formidad (sej/unidad)	Energía Solar 1E+15 (sej/año)	Valor Emdolars (US\$/año)*
RECURSOS RENOVABLES:					
1	Energía solar	6.56E+13 J	1.00E+00	0.07	35
2	Lluvia, energía química	3.67E+10 J	1.54E+04	0.57	301
3	Agua (irrigación)	4.68E+10 J	2.79E+04	1.30	694
RECURSOS NO RENOVABLES:					
3	Erosión del suelo	4.75E+09 J	7.37E+04	0.35	186
INSUMOS:					
4	Plántulas	3.52E+10 J	3.64E+05	12.80	6,808
5	Fert. y pesticidas	7.00E+05 g	1.40E+10	9.80	5,213
6	Maquinaria y herramientas	4.13E+02 \$	1.88E+12	0.78	413
7	Mantenimiento estructuras del agua	1.58E+01 J	1.88E+12	0.03	16
8	Combustibles	1.09E+09 J	6.60E+04	0.07	38
9	Mano de obra	7.15E+08 J	4.77E+06	3.41	1,814
PRODUCCION:					
10	Caña de azúcar	1.39E+12 J	2.05E+04	28.54	15,182