

## LA CONTABILIDAD DE FLUJOS DE MATERIALES COMO COMPLEMENTO BIOFÍSICO A LA CONTABILIDAD MACROECONÓMICA NACIONAL

### Materials Flow Accounting as biophysical complement of national macroeconomic accounting

Sonia Acosta Rubí<sup>1</sup>

#### Resumen

La contabilidad de flujos de materiales (CFM) es una metodología utilizada por diversos países que trata de ofrecer un equivalente a la contabilidad nacional pero en términos biofísicos, contabilizando los flujos de materiales (biomasa, combustibles fósiles y minerales) que entran y salen de una economía como una forma de medir la dimensión física del consumo de una sociedad. Actualmente la CFM es parte de las estadísticas que conforman la Contabilidad Nacional de algunos Estados miembros de la Unión Europea, extendiéndose su aplicación a varios países de Latinoamérica, siendo algunos de los trabajos desarrollados en esta región el análisis biofísico del comercio Norte-Sur y algunos estudios comparativos de flujos de materiales de varias economías. Este interés surge de las deficiencias del PIB para medir la sostenibilidad económica-ambiental de una nación, dado que en ocasiones se olvida de contabilizar los servicios no remunerados, mientras que en otras lo contabilizado es bastante cuestionable como la extracción de recursos no renovables o el desgaste de los renovables. A partir de estadísticas económicas habituales, se calcula una serie de variables macro que miden tanto el consumo local como el comercio exterior de materiales, pero en lugar de dinero como unidad contable se utilizan unidades de masa. Se sabe que los problemas de sostenibilidad provocados por los procesos productivos se deben a que el ritmo de explotación de los recursos naturales supera la capacidad de reposición natural de los sistemas o la capacidad de absorción de los desechos. La CFM permite conocer el volumen de materiales movilizados en dichos procesos, contribuyendo a explicar el origen y las implicaciones de algunos problemas ambientales, algo que normalmente no es registrado en las estadísticas oficiales de producción.

**Palabras clave:** Contabilidad de flujos de materiales, metabolismo socio-económico, indicadores biofísicos, sostenibilidad económica.

#### Abstract

Material Flow Accounting (MFA) is a methodology used by several countries; it provides an equivalent to the national accounting but in biophysical terms, counting the amounts of physical inputs (biomass, fossil fuels and minerals) into an economy and outputs to others economies as a way to measure the physical dimensions of the consumption of a society. Currently, the MFA is being compiled by several members of the European Union. Its application has extended to several Latin American countries; some of the work developed in this region includes biophysical perspective of North-South trade and comparative studies of material flows for different economies. This concern arises from the inability of the GDP to measure the economic and environmental sustainability of a nation, as it sometimes do not account for unpaid services, while in others the counted services is rather doubtful as the non-renewable resource's extraction or the wear of the renewable

---

<sup>1</sup>Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO), UNA. Tel.: 8838-5717, Fax: 2562-4233, e-mail: sacosta2008@gmail.com

ones. From usual economic accounts, a series of macro variables that measure both, local consumption and foreign trade of materials is calculated, but instead of money as an accounting unit, mass units are used. It is known that a sustainability problem produced by production processes is that the scale of natural resources exploitation exceeds the replenishment capacity of natural systems or the absorption capacity for wastes. The MFA allows knowing the amount of materials mobilized in these processes, aiming to explain the origins and implications of some environmental issues, something that usually is not registered in national accounts.

**Key words:** Material flow accounting, socio-economic metabolism, biophysical indicators, economic sustainability.

## INTRODUCCIÓN

La contabilidad de flujos de materiales (CFM) es una metodología estandarizada por diversos organismos internacionales, entre los que destaca la Oficina de Estadísticas de la Unión Europea (EUROSTAT), la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y el Wuppertal Institute de Alemania. Este enfoque trata de ofrecer un equivalente a la contabilidad nacional pero en términos biofísicos (Eisenmenger, Ramos y Schandl 2007), contabilizando los flujos de materiales que entran y salen de una economía.

Este interés surge de las deficiencias del PIB para medir el bienestar social y el desarrollo económico, dado que éste en ocasiones se olvida de contabilizar los servicios no remunerados como por ejemplo la agricultura de subsistencia y los servicios domésticos; mientras que en otras lo contabilizado es bastante cuestionable, como la extracción de recursos no renovables o el desgaste de aquellos renovables (Martínez-Alier y Roca 2001, 68-69),

A partir de las primeras aplicaciones de la contabilidad de flujos de materiales en Austria y Japón, algunos investigadores y estadísticos utilizaron enfoques similares, que fueron evolucionando y con el tiempo surge la necesidad de conciliar conceptos y estandarizar metodologías que permitan la comparabilidad entre países. Actualmente, la CFM es parte de las estadísticas que conforman la Contabilidad Nacional de algunos Estados miembros de la Unión Europea, como Alemania, Dinamarca y Austria, entre otros (EUROSTAT 2001, 9-10).

## ANTECEDENTES

Entre los trabajos desarrollados para Latinoamérica se encuentran el análisis biofísico del comercio Norte-Sur (Giljum y Eisenmenger 2004), en donde se destaca la desigualdad del comercio entre países del centro y la periferia; análisis comparativos de flujos de materiales de varias economías como la de Brasil, Chile y Venezuela (Eisenmenger, Ramos y Schandl 2007), en donde se hace una caracterización de los modelos de desarrollo económico de estos países mediante la utilización combinada de datos económicos, materiales y energéticos y, el de las economías de Chile, Ecuador, México y Perú (Russi et al. 2007), en donde muestra que estas tres economías siguen

fundamentando su comercio exterior en la extracción de materias primas a pesar de la diversificación productiva alcanzada por tres de ellas.

Uno de los trabajos más recientes es el análisis biofísico de la economía mexicana de 1970-2003, periodo durante el cual México experimentó importantes reformas económicas para tratar de estabilizar su economía (González-Martínez y Schandl 2008); no obstante el incremento en la extracción y uso de recursos materiales, la economía mexicana ha tenido un nulo o bajo crecimiento y, si ésta continúa moviéndose en esta dirección, se generarán problemas sociales y ambientales en el mediano y largo plazo que pondrán en juego la sostenibilidad económica de la nación.

Aplicaciones interesantes de la contabilidad de flujos de materiales se pueden encontrar en el trabajo desarrollado por Pérez (2006), quien analiza el uso del agua en la agricultura colombiana, asociado a los modelos de desarrollo económico, para la producción de cultivos para consumo interno y de exportación y, el relacionado con la industria florística ecuatoriana (Moncada 2006), en donde se establece una interrelación entre el comercio exterior de la flor y el impacto local provocado por su producción.

Como se puede observar, la mayor parte de los trabajos realizados para Latinoamérica corresponden a México y Suramérica; en Centroamérica no se ha extendido mucho esta metodología y en el caso particular de Costa Rica no se tiene, a la fecha, referencia alguna de este tipo de estudios, por lo que el presente trabajo constituye una primera exploración del metabolismo de materiales para la economía de esta nación y para la región centroamericana para el periodo comprendido entre 1996 y 2006.

## **MARCO TEÓRICO**

Es sabido que las sociedades humanas no existen en un vacío ecológico, sino que afectan y son afectadas por las dinámicas de la naturaleza (Toledo 2008), razón por la cual, el análisis del sistema socio-económico como un sistema cerrado hace que se menoscaben los impactos ambientales asociados a las actividades económicas. Dado que el análisis de los flujos monetarios no es suficiente para conocer la realidad biofísica que caracteriza a la economía de una nación -entendiendo ésta como la dependencia de una economía sobre sus recursos naturales-, se hace entonces necesaria una visión más realista que permita comprender la manera en que interactúan los sistemas social, económico y ambiental. Por lo tanto, este apartado tiene por objetivo presentar un marco teórico que sirva como referencia para explicar y comprender las relaciones entre estos sistemas, siendo el metabolismo social una manera de incorporar la dimensión ambiental a la evaluación de la sustentabilidad de las economías (Vallejo 2006).

### **El metabolismo social**

El metabolismo es un concepto biológico que se refiere a los procesos de transformación internos de un organismo vivo; para que éste pueda funcionar adecuadamente y continuar con su existencia debe mantener un intercambio constante de flujos de materiales y energía con su entorno natural. De manera análoga, el metabolismo social visualiza al sistema económico como un ser vivo, el cual utiliza y convierte los materiales extraídos de la naturaleza en productos manufacturados, servicios y desechos (Fischer-Kowalski y Haberl 1998, 573-574). Para Toledo (2008) el metabolismo social involucra un conjunto de

procesos por medio de los cuales la sociedad se apropia, circula, transforma, consume y excreta materiales y energía provenientes del ambiente.

A diferencia de la corriente económica predominante, este enfoque concibe al sistema socio-económico como parte integrante del entorno natural y lo estudia como un subsistema abierto, inmerso dentro de éste, con el cual establece relaciones de intercambio de materia y energía. El hecho de estudiar los sistemas socio-económicos a partir de los flujos de energía y materiales proporciona, por un lado, una dimensión biofísica del ritmo al cual se extraen los recursos del medio natural para satisfacer las necesidades del sistema (Muñoz y Roca 2006) y por otro, un marco de referencia para distinguir culturas, sociedades y regiones según sus relaciones de intercambio con el medio, de tal manera que los insumos de materiales y energía per capita de una sociedad, definen su perfil metabólico (Fischer-Kowalski y Haberl 1998, 574).

### **Aspectos generales de la Contabilidad de Flujo de Materiales**

Tal como lo señala Moncada (2006, 21), *“en la actualidad [...] se reconoce que el volumen de materiales movilizados por un proceso productivo contribuye en gran medida a explicar el origen y las implicaciones de algunos problemas ambientales”*. Por un lado, los materiales y la energía se encuentran en cantidades finitas y por el otro, gran parte de los impactos en el entorno natural provienen de las emisiones emanadas de estas fuentes al ser transformadas (Muñoz y Roca, 2006); por lo que el problema de sostenibilidad provocado por el metabolismo social radica en que el ritmo de explotación de los recursos naturales supera la capacidad de reposición natural o la capacidad de absorción de los desechos y emisiones (Fischer-Kowalski y Haberl, 1998, 575-576).

Para contabilizar los materiales que extrae un sistema socio-económico del ambiente se dispone de un marco metodológico conocido como Contabilidad de Flujo de Materiales (CFM), que permite hacer operativa la concepción del metabolismo social a través de un conjunto de indicadores biofísicos (Vallejo 2006). A partir de estadísticas económicas habituales (producción de biomasa, extracción de minerales y combustibles fósiles) se calcula una serie de variables macro que miden tanto el consumo como el comercio exterior de materiales de una economía, pero en lugar de dinero como unidad contable se utilizan unidades de masa (Eisenmenger, Ramos y Schandl 2007; Fischer-Kowalski y Haberl 1998, 576).

En 2001, la EUROSTAT publicó una guía metodológica que contiene una serie de conceptos y terminologías relacionadas con la CFM y ofrece además, una metodología estandarizada para la compilación de indicadores y balances materiales. Esta metodología se fundamenta en el principio de balance de material erigido a partir de la primera ley de la termodinámica, que establece que la materia y la energía no se pueden crear ni destruir por procesos de transformación física, por lo que la generación de residuos o desechos es algo inherente a todos los procesos de producción y consumo. La entrada de materiales a una economía se compone de los bienes importados y de los materiales que se extraen dentro del sistema; algunos de los cuales se acumulan dentro de éste, mientras que otros son retornados al ambiente en forma de residuos o exportados a otras economías.

## METODOLOGÍA

### Contabilidad de flujo de materiales

El presente trabajo toma como principal referencia la guía metodológica de la EUROSTAT. Al ser una primera exploración de los flujos de materiales en la economía costarricense se contabiliza únicamente los flujos directos de materiales a escala macroeconómica, ignorando los flujos indirectos y ocultos. Tampoco se considera los flujos de agua y aire asociados a las diferentes actividades productivas, dado que su contabilidad representa un orden de magnitud muy superior al resto de los materiales (EUROSTAT 2001, 16).

Los flujos de materiales se reportan en las siguientes categorías y subcategorías:

- Biomasa: Comprende todos aquellos recursos renovables provenientes de la industria agrícola, pecuaria, pesquera y silvícola.
- Combustibles fósiles: Incluye carbón mineral, petróleo crudo y sus derivados, gas natural y sus derivados.
- Minerales: Se utiliza la clasificación establecida por el Sistema Arancelario Centroamericano (SAC) a nivel de secciones y capítulos, teniéndose dos categorías: minerales no metálicos y minerales metalíferos.
- Importaciones y exportaciones: Se sigue también el sistema de clasificación establecido por el SAC. Para la importación y exportación de las diferentes categorías de materiales se distingue entre biomasa<sup>2</sup>, combustibles fósiles<sup>3</sup>, minerales<sup>4</sup> y el resto de productos<sup>5</sup>.

De la CFM derivan tres grupos de indicadores: entrada, consumo y salida. Sin embargo, en el presente trabajo únicamente se consideran indicadores de entrada y consumo, todos ellos expresados en toneladas. A continuación se describe brevemente los indicadores utilizados en el análisis:

Indicadores de entrada (EUROSTAT 2001, 26-27, 35-36):

- Extracción doméstica de materiales (ED): Comprende el conjunto de materias primas (biomasa, combustibles fósiles y minerales) extraídas dentro del territorio nacional.
- Importaciones (I): Incluye todas las entradas de flujos de materiales, desde materia prima hasta productos terminados, que atraviesan la frontera nacional como resultado del comercio exterior.
- Entrada directa de materiales (EDM): Compuesta por todos aquellos materiales (sólidos, líquidos y gaseosos) que tienen un valor económico e ingresan a la economía para utilizarse en los procesos de producción o consumo.

$$\boxed{\text{EDM} = \text{ED} + \text{I}}$$

Indicadores de consumo (EUROSTAT 2001, 31-34):

---

<sup>2</sup> Comprende todos los capítulos de las secciones I (Animales vivos y productos del reino animal), II (Productos del reino vegetal) y IX (Madera y manufacturas de madera).

<sup>3</sup> Se utilizaron los datos sobre importación y exportación de combustibles fósiles proporcionados por el MIDEPLAN (comunicación personal Ing. Molina Soto 2008).

<sup>4</sup> Comprende los capítulos 25 y 26 de la sección V (Productos minerales) (SAC 2005).

<sup>5</sup> Comprende el resto de las secciones no incluidas en las categorías anteriores (SAC 2005).

- Exportaciones (E): Incluye todas las salidas de flujos de materiales, desde materia prima hasta productos terminados, que atraviesan la frontera nacional como resultado del comercio exterior.
- Consumo doméstico de material (CDM): Proporciona información sobre la cantidad de materiales utilizados directamente en una economía, que permanecen dentro del territorio nacional. Se calcula como la diferencia entre la entrada directa de material (EDM) y las exportaciones (E).

$$\boxed{CDM = EDM - E}$$

- Balance comercial físico (BCF): Se obtiene deduciendo de las importaciones el flujo de exportaciones. El saldo de este balance puede ser positivo o negativo y su desequilibrio determina una distribución desigual entre naciones exportadoras (saldo negativo) e importadoras (saldo positivo).

$$\boxed{BCF = I - E}$$

### Las fuentes de información

Los flujos de extracción de biomasa se estiman con base en las estadísticas que la Oficina de Estadísticas de la FAO (FAOSTAT) compila sobre producción agrícola, pecuaria, pesquera y silvícola (FAO 2008a, 2008b, 2008c, 2008d). Algunas de las cifras de biomasa silvícola se presentan en metros cúbicos por lo que fue necesario convertirlas a toneladas; para ello se emplearon los coeficientes de conversión sugeridos por la EUROSTAT (EUROSTAT 2002, 56) derivados de las estadísticas alemanas: 0.85 tn/m<sup>3</sup> para especies no coníferas.

En relación a la producción y comercio internacional de combustibles fósiles, se emplearon los balances energéticos nacionales facilitados por la Dirección Sectorial de Energía del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) (comunicación personal: Ing. Arturo Molina Soto 2008). Las cifras de los balances se presentan en terajulios por lo que se fueron convertidas a toneladas, para ello se utilizaron los factores de conversión calóricos<sup>6</sup> y densidades<sup>7</sup> que emplea la Organización Latinoamericana de Energía (García 2006) y los proporcionados por el MIDEPLAN.

La información estadística sobre importaciones y exportaciones se extrajo de la base de datos del sistema de Consulta de Comercio Exterior (SICCE) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) mediante consulta en línea (INEC 2008b).

En lo que respecta a la extracción de minerales, no existen estadísticas completas<sup>8</sup>, por lo que las cifras de extracción doméstica de minerales no metalíferos se calculan a partir de las exportaciones y de estadísticas de construcción que compila el INEC (2000, 2004, 2006, 2008a).

<sup>6</sup> Permiten transformar una unidad física (masa o volumen) de una fuente de energía en una unidad energética común entre las diversas fuentes y viceversa. En este caso se convirtió de una unidad energética común (terajulios) a unidades volumétricas (tonelada métrica o metro cúbico).

<sup>7</sup> Permiten convertir unidades másicas (toneladas) a unidades volumétricas y viceversa. En este caso se transformó de unidades volumétricas a másicas.

<sup>8</sup> La Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Energía y Ambiente (MINAE) únicamente pudo facilitar las siguientes series de datos: diatomita de 1996 al 2006; caliza, arenisca y agregados del 2004 al 2006; oro del 2004 al 2007 y plata del 2005 al 2007.

Indicadores demográficos y macroeconómicos fueron obtenidos de consultas en línea a las bases de datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2008a, b).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### La Extracción Doméstica de Materiales (ED)

La ED se reporta en biomasa (agrícola, silvícola, pesca y pecuaria), combustibles fósiles y minerales. En relación a la extracción de minerales, según la Dirección de Geología y Minas es posible utilizar indicadores indirectos como son el consumo nacional de cemento y el crecimiento del sector construcción<sup>9</sup> para estimar la demanda de agregados ([http://www.minae.go.cr/dependencias/direcciones/geologia\\_minas.html](http://www.minae.go.cr/dependencias/direcciones/geologia_minas.html)). De tal forma que para contabilizar la extracción doméstica de estos minerales, al volumen exportado<sup>10</sup> se le incrementa el valor porcentual de crecimiento del sector construcción. Para aquellos casos en que se presenta una desaceleración se considera únicamente el volumen exportado. Para estimar el consumo doméstico de minerales metalíferos se incrementa de manera arbitraria un 10% sobre el volumen de las exportaciones.

Uno de los principales problemas que derivan del uso de estadísticas de construcción es la subcontabilidad de de estos minerales, dado que en ocasiones dichas estadísticas muestran una tasa de variación negativa de un año a otro debido a demoliciones de edificaciones o al derrumbe de obras públicas, de tal manera que el área total de las construcciones destruidas es superior a las nuevas, invisibilizándose los materiales utilizados en éstas últimas. Según lo establece Román (2007; citado en Estado de la Nación 2006:14), las cifras de construcción deben analizarse con precaución debido a que se ha evidenciado la poca capacidad de las cuentas nacionales para medir el crecimiento de este sector. Por otra parte los datos derivados de esta metodología quizás sean más conservadores de lo esperado, dado que se sabe que el grupo de minerales de la construcción, de bajo valor económico, normalmente se destina al consumo local; mientras que los minerales industriales y los metales preciosos se comercializan en los mercados internacionales (Eisenmenger, Ramos y Schandl 2007). No obstante los errores en que se pudiera incurrir, los datos se pueden corroborar conforme se perfecciona la contabilidad de estos indicadores para el país.

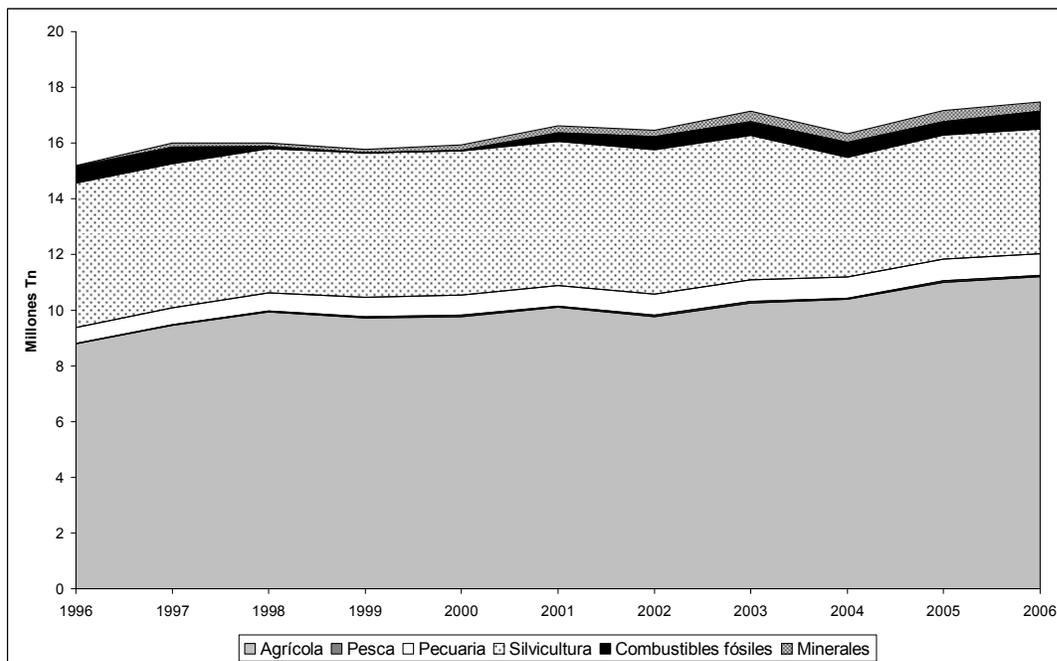
Como se desprende del siguiente gráfico, la biomasa agrícola constituye la extracción más significativa en la economía costarricense, seguida de la silvícola; mientras que la pesca no sólo constituye los flujos de extracción menos significativos dentro de la biomasa, sino también dentro de todas las categorías analizadas (ver Gráfico 1), razón por la cual en gráficos subsiguientes se presenta en una sola categoría la biomasa pesquera y pecuaria. La biomasa en su conjunto representa entre el 94 y 99%, mientras que la biomasa agrícola entre el 58 y 65%. Por su parte, los combustibles fósiles y los minerales constituyen de manera individual, menos del 5% de los flujos de extracción, siendo ésta no significativa.

---

<sup>9</sup> Aunque se sabe que éste indicador es menos confiable, por disponerse de dichos datos en el momento en que se realiza el estudio, es que se utiliza para obtener una aproximación del consumo doméstico de minerales no metálicos.

<sup>10</sup> Estas estadísticas pueden ser consultadas a través del SICCE (INEC 2008b).

Gráfico 1. Extracción Doméstica de Materiales en Costa Rica.

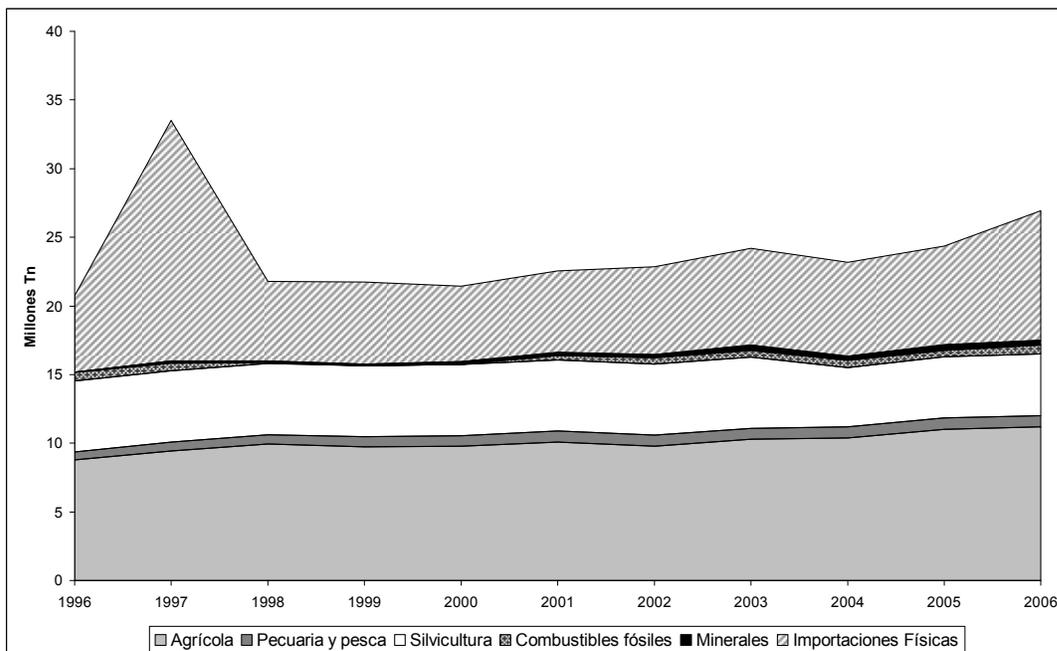


Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2008a, b, c, d), INEC (2008b) e Ing. Molina (comunicación personal, 2008).

### La Entrada Directa de Materiales (EDM)

Para obtener este indicador se incorporan las importaciones a los flujos de ED (ver Gráfico 2), lo que permite distinguir entre la carga ambiental asociada a las actividades locales y aquella asociada al empleo de materiales que no se encuentran disponibles localmente, pero que necesitan importarse de otras economías (Vallejo 2006).

Gráfico 2. Entrada Directa de Materiales en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (2008b), Ing. Molina (comunicación personal, 2008) y FAO (2008a, b, c, d).

En la economía costarricense, la mayor proporción de los flujos de materiales que ingresan al sistema se hace a través de la biomasa (agrícola y silvícola), aunque un porcentaje relativamente alto se efectúa a través de las importaciones. Durante el periodo analizado, la entrada directa de biomasa osciló entre el 45 y 72%, con una media del 67%; de éste valor, el 43% corresponde a biomasa agrícola y el 21% a silvícola; mientras que las importaciones físicas constituyen el 31% del total de las entradas. De los datos anteriores, se desprende que la mayor parte de los materiales son de origen doméstico, aunque hay una cierta dependencia de otras economías.

El pico en las importaciones (1997) se debe en parte a la segunda desgravación arancelaria efectuada a finales de 1996 como mecanismo para consolidar la apertura comercial de la economía costarricense; sin embargo, esto no explica la baja en las importaciones en años sucesivos.

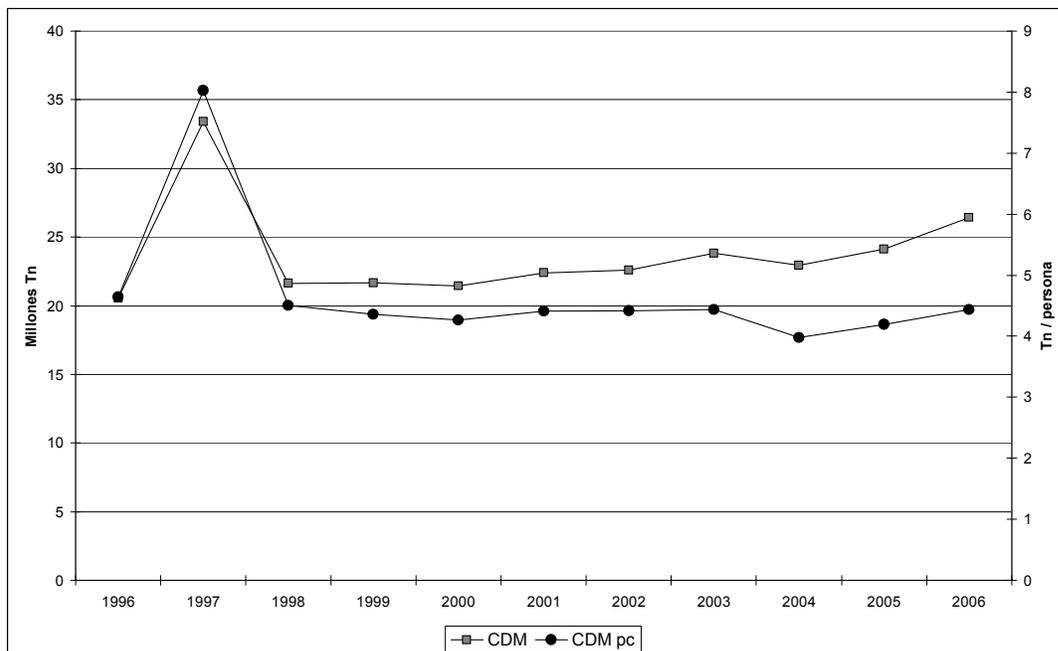
La principal carga ambiental asociada a las actividades locales podría estar vinculada a la pérdida de bosque debido a la expansión de la frontera agrícola, erosión y desgaste del suelo y al uso de agroquímicos, con posibles efectos en la salud humana, biodiversidad y ambiente en general; sobre todo a raíz de expansión de cultivos no tradicionales destinados al mercado exterior.

### El Consumo Doméstico de Materiales (CDM)

El CDM es una medida de los materiales utilizados directamente en una economía, se obtiene extrayendo las exportaciones de los flujos de EDM, lo que permite diferenciar entre la proporción de materiales que se extrae para satisfacer las necesidades domésticas y aquella que es transferida hacia otras economías (Vallejo 2006).

En el Gráfico 3 se contraponen el CDM y el CDM per cápita, con un promedio de 18.63 mill tn y 4.7 tn/pc/año respectivamente. Aunque el comportamiento de ambos indicadores es similar, con el transcurso del tiempo incrementa la brecha entre éstos, tendiendo al alza el CDM, mientras que el CDM pc permanece casi constante. Se destaca 1997 como el año en que el CDM pc alcanza el punto más alto, sobrepasando al CDM.

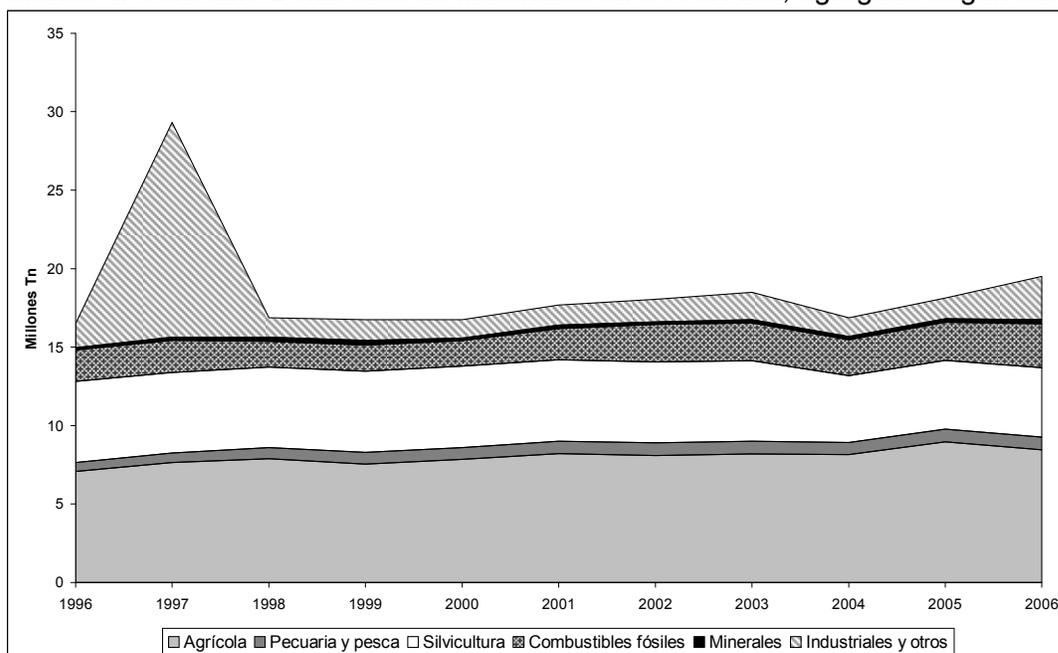
Gráfico 3. Evolución del Consumo Doméstico de Materiales en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (2008b), Ing. Molina (comunicación personal, 2008), FAO (2008a, b, c, d) y CEPAL (2008a).

En la economía costarricense, la biomasa juega un papel muy importante dentro del CDM (ver Gráfico 4). Durante el periodo de estudio, Costa Rica consumió en promedio 13.69 mill tn (75.31%), seguido de materiales industriales (2.61 mill tn) y combustibles fósiles (2.12 mill tn); los minerales representan apenas un 1.17% (0.21 mill tn). Como es de esperarse, el consumo doméstico de biomasa agrícola es superior a las demás categorías de biomasa (44%) seguida de la silvícola (27.2%). Los 5.1 mill tn (21.5%) de materiales no consumidos fueron exportados a otras economías.

Gráfico 4. Consumo Doméstico de Materiales en Costa Rica, agregado según categoría.



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (INEC, 2008), Ing. Molina (comunicación personal, 2008) y FAO (2008a, b, c, d).

En términos de consumo de materiales per cápita, Costa Rica ha consumido un promedio de 4.7 toneladas de materiales por persona al año (ver Cuadro 1), de las cuales 3.44 corresponden a biomasa.

Cuadro 1. Distribución del Consumo Doméstico de Materiales per cápita, según categoría de material.

Categoría de material	Promedio (1996-2006) tn/persona	Porcentaje
CDM per cápita	4.70	100.00
Biomasa	3.44	73.20
Agrícola	2.01	42.73
Pecuaria y pesca	0.18	3.88
Silvicultura	1.25	26.59
Combustibles fósiles	0.53	11.23
Minerales	0.05	1.13
Industriales y otros	0.68	14.44

Fuente: Elaboración propia con base en INEC (INEC, 2008), Ing. Molina (comunicación personal, 2008), FAO (2008a, b, c, d) y CEPAL (2008a).

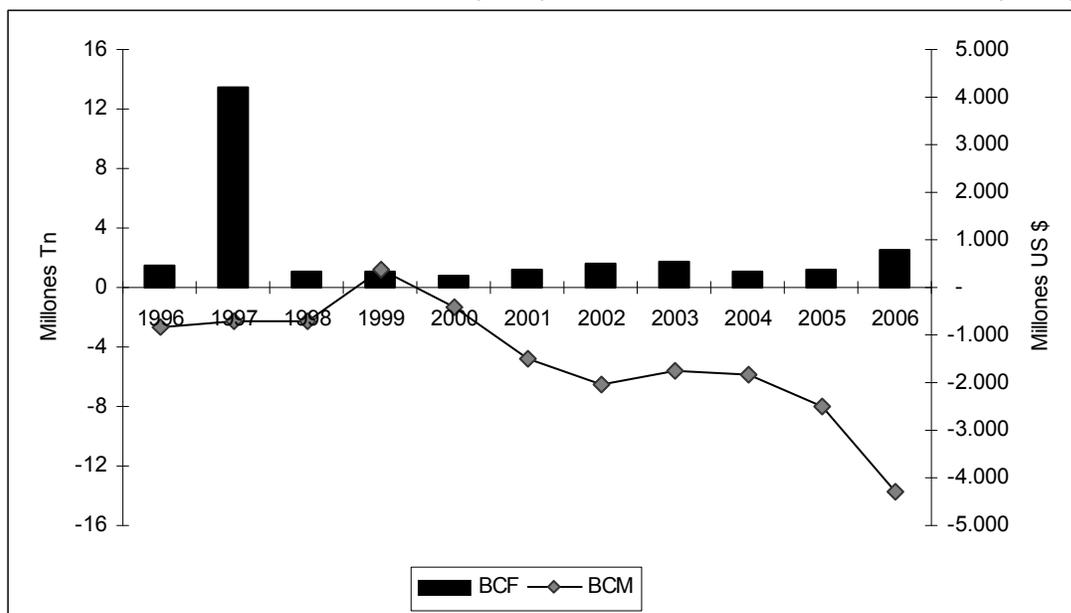
Con base en los datos anteriores y según la caracterización realizada por Fischer-Kowalski (2001), el perfil metabólico de Costa Rica corresponde al de una sociedad agraria en donde predomina el consumo de materiales para la satisfacción de necesidades bio-metabólicas, con un consumo de recursos minerales (combustibles fósiles y minerales) aproximadamente seis veces inferior al de la biomasa.

### Balance Comercial Físico (BCF) y Balance Comercial Monetario (BCM)

La exploración de los flujos de materiales en el comercio internacional es el indicador más utilizado para analizar los aspectos biofísicos de éste, mide el excedente o déficit de una economía (EUROSTAT 2001, 58) y permite comprender la posición que ocupa una nación en las relaciones de intercambio comercial (Vallejo 2006).

En el gráfico 5 se contraponen la dimensión física del comercio internacional con la monetaria. Como se desprende de éste, a diferencia de otras economías latinoamericanas, en donde las exportaciones en peso exceden las importaciones (véase Russi et al. 2007), el BCF de Costa Rica presenta un saldo positivo durante todo el periodo analizado. En 1997 las importaciones superaron en más de cuatro veces a las exportaciones y el saldo monetario (BCM), aunque negativo, no fue muy diferente al de 1996 y 1998. Con excepción de 1999, la economía costarricense presenta un saldo monetario negativo, debido principalmente al dinamismo de la industria eléctrica y electrónica, la cual alcanza en ese año la mayor exportación en valor para decrecer en los años siguientes.

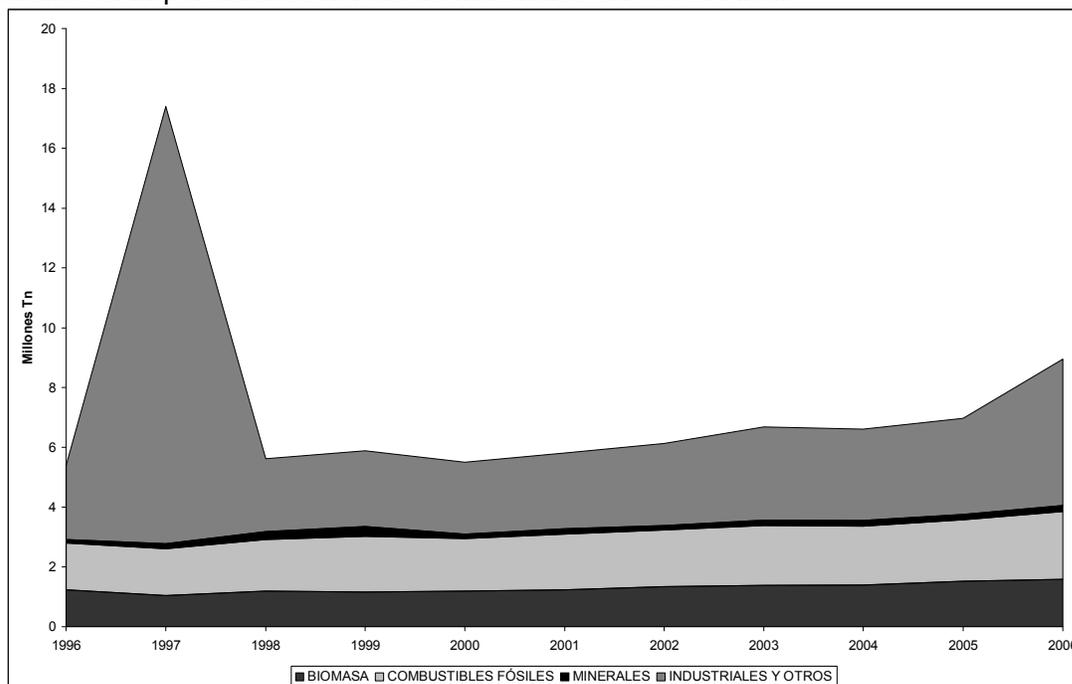
Gráfico 5. Balance Comercial Físico (BCF) vs. Balance Comercial Monetario (BCM).



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (2008b).

En relación a la entrada de materiales provenientes de otras economías (ver Gráfico 6), la mayor proporción de los materiales importados se hace a través del sector industrial, seguido de los combustibles fósiles y de la biomasa, (49, 28 y 20% respectivamente). Con excepción de 1997, Costa Rica ha mantenido un equilibrio en sus importaciones y, aunque el crecimiento es gradual, se observa una mayor demanda de estos bienes en el último año, con un incremento de 1.27 mill tn en relación al 2005, lo que representa un crecimiento del 52.53% en manufacturas, 20% en minerales y 9.64% en combustibles fósiles.

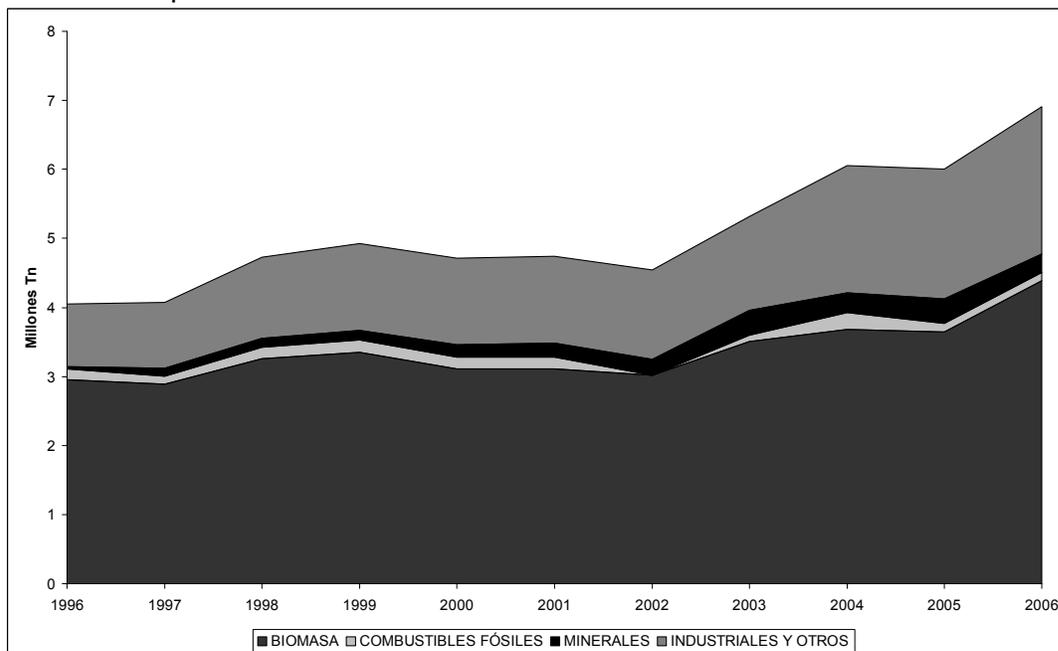
Gráfico 6. Importaciones físicas de materiales en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (2008b) y Ing. Molina (comunicación personal, 2008).

En relación a las exportaciones (ver Gráfico 7), Costa Rica se ha destacado como un exportador neto de biomasa. De un promedio de 15.76 mill tn producidas se exportaron a otras economías alrededor de 3.36 mill tn (21.39%). El incremento más significativo en la exportación de biomasa se presenta en el 2006 con un incremento del 20% en relación al 2005.

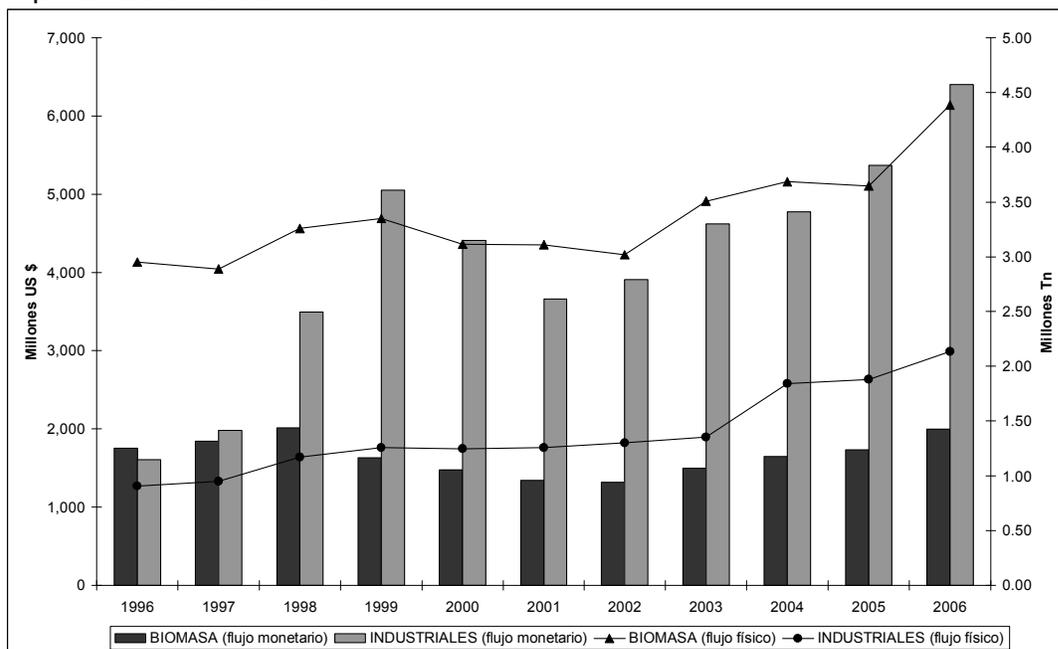
Gráfico 7. Exportaciones físicas de materiales en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (2008b) y Ing. Molina (comunicación personal, 2008).

Aunque en términos físicos la biomasa es la categoría con mayor volumen de recursos exportados, cuando se analiza las exportaciones en términos monetarios se observa que en 1997 tanto la industria como la biomasa obtienen beneficios económicos muy similares; pero a partir de ese año el sector industrial obtiene mayores ingresos a menor flujo físico (ver Gráfico 8). En el 2006, las exportaciones de biomasa en términos físicos incrementaron un 48.58% en relación a 1996, mientras que en términos monetarios se alcanza únicamente un incremento del 14%, evidenciando la desigualdad en el intercambio comercial entre productos primarios y secundarios.

Gráfico 8. Exportaciones monetarias y físicas de los grupos de materiales más importantes en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEC (2008b).

## CONCLUSIONES

El trabajo aquí presentado es una exploración a los flujos de materiales de la economía costarricense, por lo que los resultados no son definitivos, es necesario perfeccionar la metodología para corroborarlos, sobre todo en relación a la extracción de minerales y profundizar en el análisis de los daños ambientales derivados de las actividades económicas. Para lo lograr anterior es imperativo consolidar la contabilidad de variables biofísicas a nivel nacional, en especial de aquellas relacionadas con la explotación de recursos naturales para facilitar tanto la generación de nuevos indicadores de sostenibilidad económica y ambiental, como para la aplicación de instrumentos de control y regulación, lo que a su vez permitirá fortalecer las políticas ambientales e integrarlas a la esfera económica y social.

A pesar de la diversificación de productos de exportación lograda en los últimos años, Costa Rica sigue siendo una nación exportadora de biomasa en términos físicos, destinando a mercados internacionales más del 20% de su producción. A partir del 2001, pese a la divergencia entre los flujos monetarios y físicos, las exportaciones de biomasa se han incrementado drásticamente, de tal forma que la baja en los precios internacionales de productos primarios es contrarrestada incrementando su exportación y por ende la extracción. Esta brecha entre los precios de productos primarios y manufacturados refleja un intercambio ecológicamente desigual, por cuanto en los precios de los primeros no se incorporan las externalidades negativas asociadas a su extracción (Martínez-Alier y Roca 2001, 424), de tal forma que la carga ambiental, promovida por los

patrones de consumo de las economías importadoras, es asumida en su totalidad por las exportadoras, globalizándose de esta manera los problemas ambientales.

Las políticas económicas impulsadas han convertido a la agricultura no tradicional en el eje de la política agraria, esto ha provocado una degradación generalizada del suelo, como erosión y pérdida de fertilidad con repercusiones en la sostenibilidad ambiental y económica de este sector. Según Sánchez (2003, 47), pese al incremento en la utilización de agroquímicos, el rendimiento de los principales cultivos indica que se está en una situación de estancamiento o declinación y, que sólo el incremento de las áreas de cultivo puede generar un aumento en la producción.

Las tendencias del comercio exterior muestran a Costa Rica como una economía importadora de productos industriales y combustibles fósiles. Para poder competir en el mercado internacional y lograr un equilibrio interno y externo de su economía, es necesario buscar otras alternativas. Es muy importante modificar los patrones de consumo y hacer un buen uso de los materiales y recursos existentes, de tal manera que los bienes importados sean realmente los que la economía necesita para mejorar la calidad de vida de su población y no se acumulen dentro de ésta para luego convertirse en desechos. Hay que recordar que uno de los problemas más grandes que enfrenta Costa Rica a nivel nacional, es la mala gestión de los desechos sólidos.

## REFERENCIAS

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2008a. Base de Datos de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO). Disponible en: <http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp?idAplicacion=1&idTema=1&idIndicador=1&idioma=e> (consultada en Julio, 2008).

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2008b. Base de Datos de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON). Disponible en: <http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp?idAplicacion=6&idTema=131&idioma=e> (consultada en Julio, 2008).

Eisenmenger, N., J. Ramos y H. Schandl. 2007. "Análisis del metabolismo energético y de materiales de Brasil, Chile y Venezuela". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 6: 17-39 (Junio 2007). Disponible en: [http://www.redibec.org/IVO/rev6\\_02.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev6_02.pdf) (consultado en Agosto, 2008).

Estado de la Nación. 2006. Decimotercer Informe sobre el Estado de la Nación. Informe Final: Balance General de la Economía 2006.

EUROSTAT. 2001. *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*. Luxembourg: Eurostat, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities.

EUROSTAT. 2002. *Material use in the European Union 1990 – 2000: Indicators and Analysis*. Luxembourg: Eurostat, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities.

Fischer-Kowalski, M. 2001. Society's Metabolism. Social science perspectives on what this concept guides us to see. Disponible en: <http://www.utexas.edu/research/ceer/greenmaterial/Additional/Fischer-Kowalski.pdf> (consultado en Septiembre, 2008)

Fischer-Kowalski, M. y Helmut Haberl. 1998. "Sustainable development: socio-economic metabolism and colonization of nature". *International Social Science Journal*, 158(4):573-587.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008a. Base de Datos FAOSTAT, Agricultura. Roma, FAO. Disponible en: <http://faostat.fao.org> (consultada en Julio, 2008).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008b. Base de Datos FAOSTAT, Pecuario. Roma, FAO. Disponible en: <http://faostat.fao.org> (consultada en Julio, 2008).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008c. FishStat+ software, FAOSTAT, Servicio de Información y Estadísticas de Pesca y Acuicultura (FIES), FAO Viale delle Terme di Caracalla. Disponible en: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat> (consultada en Julio, 2008).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008d. Base de Datos FAOSTAT, Silvicultura. Roma, FAO. Disponible en: <http://faostat.fao.org> (consultado en Julio, 2008).

García, Fabio. 2006. Sistema de Unidades y Factores de Conversión. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Disponible en: <http://www.olade.org.ec/documentos/4-OLADE-Sistemas%20de%20unidades%20y%20factores%20de%20conversion-Fabio%20Garcia.pdf> (consultado en Agosto, 2008).

Giljum, Stefan y Nina Einsenmenger. 2004. "North-South Trade and the Distribution on Environmental Goods and Burdens: A Biophysical Perspective". *Journal of Environment and Development*, Vol. 13, No. 1: 73-100.

González-Martínez, A. C. y Heinz Schandl. 2008. "The biophysical perspective of a middle income economy: Material Flows in Mexico". *Journal of Ecological Economics*, Vol. 68, Issues 1-2 : 317-327.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2000. *Anuario Estadístico de Costa Rica 1993 – 1998*. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2004. *Anuario Estadístico de Costa Rica 1999 – 2001*. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2006. *Anuario Estadístico de Costa Rica 2005*. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2008a. *Anuario Estadístico de Costa Rica 2006*. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2008b. Sistema de Consulta de Comercio Exterior (SICCE). Disponible en: <http://www.inec.go.cr/> (consultado en Julio, 2008).

Martínez-Alier, Joan y Jordi Roca. 2001. *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México, Fondo de Cultura Económica.

Moncada, Martha. 2006. "Flores y flujos de materiales". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 4: 17-28 (Octubre, 2006). Disponible en: [http://www.redibec.org/IVO/rev4\\_02.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev4_02.pdf) (consultado en Agosto, 2008).

Muñoz, Pablo y Jordi Roca. 2006. "Las bases materiales del sector exportador chileno: un análisis input-output". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 4: 27-40 (Octubre, 2006). [http://www.redibec.org/IVO/rev4\\_03.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev4_03.pdf) (consultado en Agosto, 2008).

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). 2006. Informe de Estadísticas Energéticas 2005. Disponible en: <http://www.olade.org> (consultado en Agosto, 2008).

Pérez, Mario. 2006. "Comercio exterior y flujos hídricos en la agricultura colombiana: análisis para el periodo 1961-2004". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 4: 3-16 (Octubre, 2006). Disponible en: [http://www.redibec.org/IVO/rev4\\_01.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev4_01.pdf) (consultado en Agosto, 2008).

Russi, Daniela, Ana Citlalic González, José Carlos Silva-Macher, Stefan Giljum, Joan Martínez-Alier y María Cristina Vallejo. 2007. "Material flow accounting in Chile, Ecuador, Mexico and Peru (1980-2000)". Disponible en: <http://www.h-economica.uab.es/cast/documentos/07/5-2007.pdf> (consultado en Agosto, 2008).

Sánchez, Virginia. 2003. *Gestión Ambiental y participativa de microcuencas: fundamentos y aplicación*. EUNA, Heredia, Costa Rica.

Sistema Arancelario Centroamericano (SAC). 2005. Disponible en: <http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/importar/arancelario.htm> (consultado en Julio, 2008).

Toledo, Víctor. 2008. "Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 7: 1-26 (Febrero 2008). Disponible en: [http://www.redibec.org/IVO/rev7\\_01.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev7_01.pdf) (consultado en Junio, 2008).

Vallejo, María Cristina. 2006. "Estructura biofísica de la economía ecuatoriana: un estudio de los flujos directos de materiales". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Vol. 4: 55-72 (Octubre, 2006). Disponible en: [http://www.redibec.org/IVO/rev4\\_05.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev4_05.pdf) (consultado en Julio, 2008).