

A faint, light blue map of Mexico is centered in the background of the page.

APORTES PARA UNA ESTRATEGIA AMBIENTAL ALTERNATIVA: INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD Y POLÍTICAS AMBIENTALES

Compilado por:
Montserrat Albán, Joan Martínez-Alier,
Cristina Vallejo



**NOTAS PARA LA DISCUSIÓN
ESTRATEGIA NACIONAL
DE DESARROLLO HUMANO
APORTES PARA UNA
ESTRATEGIA AMBIENTAL
ALTERNATIVA:
Indicadores de sustentabilidad y
políticas ambientales**

La presente publicación ha sido auspiciada por el Gobierno Nacional, a través de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Centro de Investigaciones Sociales del Milenio (CISMIL).

El Centro de Investigaciones Sociales del Milenio –CISMIL, está integrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Sede Ecuador; y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES).

Fander Falconí,
Secretario Nacional de Planificación y
Desarrollo

José Manuel Hermida,
Representante Residente del PNUD, y
Coordinador Residente del Sistema de
Naciones Unidas en el Ecuador

Adrián Bonilla,
Director Facultad Latinoamericana de Ciencias
Sociales – Sede Ecuador

Compiladores de este número:

Montserrat Albán, Joan Martínez-Alier,
Cristina Vallejo

Asesor principal:

Juan Ponce

Equipo del CISMIL

Especialistas:

Montserrat Albán, Jorge Granda,
María del Pilar Troya.

Asistentes de Investigación

Luis Chuquirmarca, Diana Hidalgo,
Mercedes Onofá, José Antonio Sánchez

Equipo ODM – Proyecto PNUD:

Natalia García – Oficial de Programa

Irina Moreno – Comunicación

Carolina Bastidas – Asistente Administrativa

Corrección de estilo:

Grace Sigüenza

Concepto editorial: graphus

Diseño: graphus® 290 2760

Ilustración: María Belén Guerrero

Impresión: Editorial Delta



contenido

Presentación 5
Fander Falconí B.

Introducción 10
Montserrat Albán



Artículo 1
Una lectura desde la economía ecológica a los problemas ambientales del Ecuador: propuesta para la agenda ambiental 2022
Montserrat Albán - Joan Martínez-Alier 13



Artículo 2
Estructura biofísica de la economía ecuatoriana: un estudio de los flujos directos de materiales
María Cristina Vallejo G. 69



Artículo 3
Comercio internacional y medio ambiente en Colombia
Mario Alejandro Pérez Rincón 103



Artículo 4

El agua virtual y el metabolismo hídrico: un instrumento para gestionar los recursos hídricos

133

Esther Velázquez



Artículo 5

La Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta mundial (AHPPN)

151

Helmut Haberl, Karl-Heinz Erb y Fridolin Krausmann



Artículo 6

Las posibles consecuencias del aumento de la demanda internacional de agrocarburos: ¿cómo estructurar un análisis para América Latina?

173

Daniela Russi



Artículo 7

Del metabolismo social a los conflictos ecológicos

193

Joan Martínez-Alier



Artículo 8

El desarrollo sustentable y OPEP

209

Herman Daly



Artículo 9

una economía pospetrolera

225

Joan Martínez-Alier



Artículo 10

La geopiratería como un tema emergente en el marco de los derechos de propiedad intelectual: por qué los estados pequeños deben asumir el liderazgo

231

Joseph Henry Vogel, Janny Robles, Camilo Gomides y Carlos Muñiz



Artículo 11

El proyecto geopiratería: el caso del Ecuador™

249

Joseph Henry Vogel, Janny Robles, Camilo Gomides y Carlos Muñiz

Artículo 3

COMERCIO INTERNACIONAL Y MEDIO AMBIENTE EN COLOMBIA

Mario Alejandro Pérez Rincón*

INTRODUCCIÓN

La economía ortodoxa tiene como paradigma principal al crecimiento económico. No contempla dentro de sus preocupaciones el problema de los límites físicos y la escala o tamaño del subsistema económico dentro de la biosfera. Por el contrario, cree en la hipótesis de la desmaterialización de la economía. Acorde con esta noción, las innovaciones tecnológicas que acompañan al crecimiento económico mejoran la eficiencia en el uso de recursos naturales y la energía, evadiendo el problema de los límites (optimismo tecnológico). Por lo tanto, una curva ambiental de Kuznets debería ser reconocida en las relaciones entre crecimiento económico y uso de materiales y contaminación.

Parte integrante de este concepto es el comercio internacional, pues contribuye a una mejor asignación de recursos a nivel global, mejorando la eficiencia económica e incrementando la disponibilidad de bienes y servicios para el consumo en los países que comercian. Con ello aparecen nuevos recursos para el cuidado de los ecosistemas. Así, la búsqueda del crecimiento y conjuntamente la liberalización comercial, son dos propósitos loables para cualquier economista.

Sin embargo, es evidente que existe un enfrentamiento sin remedio entre expansión económica y conservación del medio ambiente, pudiéndose afirmar que ecológicamente hoy estamos en un grado de deterioro mayor que en la década de los años setenta del siglo XX. Gran parte del problema está relacionado

* Profesor de la Universidad del Valle, Cali, Colombia; Facultad de Ingeniería-Instituto CINARA, Cali, Colombia. Correo electrónico: aleperez@univalle.edu.co



con la estrecha visión con la que la economía y las ciencias sociales han abordado el “tema ecológico”. Se requiere de un tratamiento que avance más allá de las “externalidades”, de tal manera que se recuperen los fundamentos biofísicos para entender mejor las interrelaciones entre la sociedad y el ambiente.

Bajo este contexto, aparece desde los años ochenta la Economía Ecológica (EE) como una nueva estructura analítica que estudia los conflictos que se producen entre crecimiento económico y sostenibilidad ambiental. Para la EE, la sociedad no representa solo una serie de relaciones sociales y culturales entre los individuos y grupos, sino que además es un sistema metabólico que extrae materias primas de la naturaleza que la rodea, transformándolas posteriormente dentro del proceso económico para proveer bienes materiales y servicios a la sociedad (Schandl y Weisz, 2002). Por tal razón, se hace necesario contar con indicadores que permitan identificar el grado de agotamiento y uso de los recursos naturales (RN), puesto que en el fondo, la sostenibilidad dependerá del tamaño que la economía ocupe dentro de la biosfera, y una buena forma de medir ese tamaño o “escala” físicamente pasa por *contabilizar los flujos de energía y materiales* que recorren la economía de un país.

Como señala Giljum (2003), la integración sistemática de información dentro de un esquema biofísico es considerada como la principal precondition para un análisis comprensivo de la interrelación economía-ambiente, y para predecir tanto los efectos de la actividad económica como de la política ambiental sobre los recursos naturales.

Por ello, es importante identificar las “bases materiales” de la economía colombiana y sus horizontes de sostenibilidad, tratando de entender las relaciones entre la dinámica de su comercio exterior y el ambiente que lo soporta. En particular, este trabajo está dirigido a lo siguiente: a) identificar los patrones de especialización económico-ambientales del comercio exterior colombiano en su historia contemporánea; b) contribuir al conocimiento de las bases biofísicas y materiales sobre las que se asienta este comercio, examinando la hipótesis del intercambio ecológicamente desigual. Para ello, se trabajará con dos metodologías de contabilización biofísica: el Análisis del Flujo de Materiales (MFA, por sus siglas en inglés) y la Huella Hídrica, en el campo agrícola.

El presente artículo se desarrolla en seis partes. Luego de esta introducción, se presenta una síntesis conceptual de la economía

ecológica que incluye su posición en torno a las relaciones entre comercio internacional y medio ambiente. Posteriormente, se abordan las metodologías utilizadas para el desarrollo de este trabajo. Luego, se entregan los resultados de las bases biofísicas del comercio exterior colombiano, analizando las tendencias del intercambio ecológico para el período 1970-2006. En la siguiente sección, se identifican los cambios en la cantidad de agua utilizada por la agricultura colombiana comercializada internamente y su comercio internacional durante el período 1961-2005. Finalmente, se presentan las conclusiones.

ECONOMÍA ECOLÓGICA Y COMERCIO INTERNACIONAL

• La economía ecológica

La EE es un nuevo campo transdisciplinario que mira a la economía como un subsistema de un sistema mucho más grande, finito y global como es la *biosfera*. En tal sentido, el subsistema económico está abierto tanto a la entrada y salida de energía y materiales como a la salida de desperdicios y emisiones desde y hacia la biosfera. La disponibilidad de energía libre y el ciclo de materiales posibilitan formas de vida cada vez más organizadas y complejas, lógica que se aplica perfectamente a la economía. Energía disipada y desperdicios son producidos en el proceso. Una parte menor de los desperdicios pueden ser reciclados, y cuando no, la economía toma nuevos recursos. Sin embargo, si la escala de la economía es muy grande y su velocidad es muy rápida, los ciclos naturales no pueden producir más recursos o asimilar más residuos, tales como metales pesados o dióxido de carbono, por ejemplo. Dentro de la lógica de la EE, el capital creado por la sociedad no sustituye sino que complementa al capital natural, con lo cual es necesaria la conservación de cierto capital natural crítico, esencial para el sostenimiento de la vida en la tierra. Así, la sostenibilidad (en su sentido fuerte) exige que el crecimiento económico deba ser compatible con la dinámica de reposición de los recursos naturales renovables y el desarrollo de nuevos materiales y fuentes energéticas alternativas que posibiliten la sostenibilidad de las funciones ambientales.

Su objeto básico de estudio es la (in)sostenibilidad ecológica de la economía, sin recurrir a un solo tipo de valor expresado en un único numerario, incluyendo de tal manera la evaluación física de los impactos ambientales de la economía humana (Martínez-Alier y Roca, 2001).



Sin embargo, es necesario afirmar que la EE no se basa en presunciones y teorías compartidas. Representa un compromiso entre economistas, ecologistas y otros científicos para aprender mutuamente, para explorar juntos nuevas pautas de pensamiento, y para facilitar la derivación y la realización de nuevas políticas económicas y ambientales. Hasta la fecha, la economía ecológica ha sido deliberada y conceptualmente pluralista (Costanza, 1989), aunque ello es aún motivo de gran discusión (Wackernagel, 1999). Es importante destacar, además, que estos planteamientos corresponden a una tradición de más de 100 años, siendo algunas reflexiones de finales del siglo XIX, como es el caso de S. Podolinski (1880) y P. Geddes (1884); y de principios del siglo XX, como F. Soddy (1921) (en Martínez-Alier, 1995). Ideas estas que se asociarán posteriormente con las preocupaciones sobre los límites al crecimiento (informe Meadows) y las contribuciones de diferentes pensadores como Georgescu-Roegen, Boulding, Daly, Pimentel, Costanza o Ayres en el lenguaje anglosajón, y Martínez-Alier, Naredo y Carpintero en España. Gracias a sus trabajos, esta corriente se irá consolidando durante los setenta y ochenta hasta fundar la *International Society for Ecological Economics* en 1988 y la publicación de la revista *Ecological Economics* en 1989. Paralelamente, surge en castellano la revista *Ecología Política* en 1991. Una revisión de las tendencias en el desarrollo de la economía ecológica en los últimos años puede verse en Røpke (2005).

- Comercio y ambiente
desde la economía ecológica

Los economistas ecológicos han sido especialmente críticos con respecto a las relaciones positivas entre comercio y ambiente. Esta crítica tiene dos claras direcciones: el efecto escala y el efecto equidad. Por un lado, la liberalización comercial es un factor importante en la dinámica de deterioro ambiental mundial, por el aumento de la cantidad de recursos materiales y energéticos que se movilizan con el crecimiento del comercio en un mundo de recursos finitos. Por otro lado, el comercio no es un juego positivo en términos ambientales entre los países que comercian, dado el desbalance material que produce el intercambio entre países importadores de recursos materiales y energéticos (industrializados) y países exportadores de materiales (importadores de manufacturas y conocimiento). Este intercambio es ecológica y económicamente desigual, pues además de que no se reconocen los costos ambien-

tales y el agotamiento del patrimonio natural, las relaciones de intercambio son desfavorables para los países exportadores de materias primas. Este intercambio desigual es lo que permite que el Norte adquiera los insumos materiales y energéticos para su metabolismo socioeconómico, siendo los precios, la inversión extranjera directa y el crédito externo los mecanismos que facilitan tales adquisiciones. En este escenario, el Comercio Internacional (CI) desempeña un papel protagónico como un nuevo “vector ambiental” que distribuye en forma asimétrica los costos ecológicos entre los países que comercian (Karlson, 1995).

Además, el patrón de especialización de las diferentes economías no resulta solo de la aplicación de la “ley de las ventajas comparativas”, sino que corresponde también a una división internacional del trabajo o Sistema Económico Mundial, en el cual los países ricos en recursos naturales desempeñan el papel de proveedores de materias primas (*commodities*) y algunos bienes suntuarios de origen primario (*preciosities*) para los países desarrollados. O, dicho en términos de la EE, cumplen el rol de proveedores de recursos materiales y energéticos para que el proceso metabólico de los países del Norte pueda realizarse. Aunque también los proveen de bienes para satisfacer sus necesidades “posmateriales”. Esto evoca la necesidad de estudiar a las naciones ya no como realidades compactas aisladas, sino como parte integrante de un engranaje más amplio a nivel internacional, tanto en el plano económico y político como en el ecológico.

Empíricamente se ha encontrado importante evidencia de lo señalado por la EE. Muradian y Martínez-Alier (2001a, 2001b) muestran que buena parte de la “desmaterialización” de las economías del Norte es explicada por el incremento de las actividades que usan intensivamente recursos naturales en los países del Sur; en especial de la producción minera. Lo observado altera la curva de *U-invertida*, produciendo un cambio en los patrones de especialización: los países pobres atraen actividades “contaminadoras” y la producción material-intensiva, mientras los países ricos se especializan en producción limpia y material-extensiva, sin cambiar sus patrones de consumo. Las importaciones de materias primas y materiales semi-procesados son la vía para asignar al extranjero los costos ambientales del consumo.

A la par, un trabajo realizado por Machado *et al.* (2001) encontró que las exportaciones de Brasil llevaban consigo una mayor “contaminación incorporada” y un mayor uso energético que las



importaciones. Esto muestra que el CI ha permitido trasladar las fuentes de contaminación desde el Norte hacia el Sur. Este desplazamiento de las actividades contaminante-intensivas del centro a la periferia está relacionado con las limitaciones para internalizar los costos ambientales por parte de los países del Sur. La necesidad de competir por capital extranjero en el mercado internacional hace que los bajos costos y la flexibilidad de la normativa ambiental sean un mecanismo atractivo de competitividad.

METODOLOGÍA

Para medir los movimientos físicos de materiales entre la economía y el ambiente, la EE ha desarrollado una serie de metodologías desde el enfoque de la “sostenibilidad fuerte”, que buscan cuantificar la presión que la actividad económica ejerce sobre la biosfera. Este instrumental, además, permite identificar la distribución de la carga ambiental asociada al comercio internacional, elemento necesario para comprobar la hipótesis del intercambio ecológico desigual. Los métodos utilizados en este trabajo fueron: la metodología de Análisis de Flujo de Materiales (Material Flow Análisis, MFA), la cual es un buen instrumento para contabilizar los flujos de recursos que se movilizan a través del comercio exterior; y, la huella hídrica (HH) y el agua virtual (AV), métodos muy útiles para analizar la evolución del uso del agua en la agricultura.

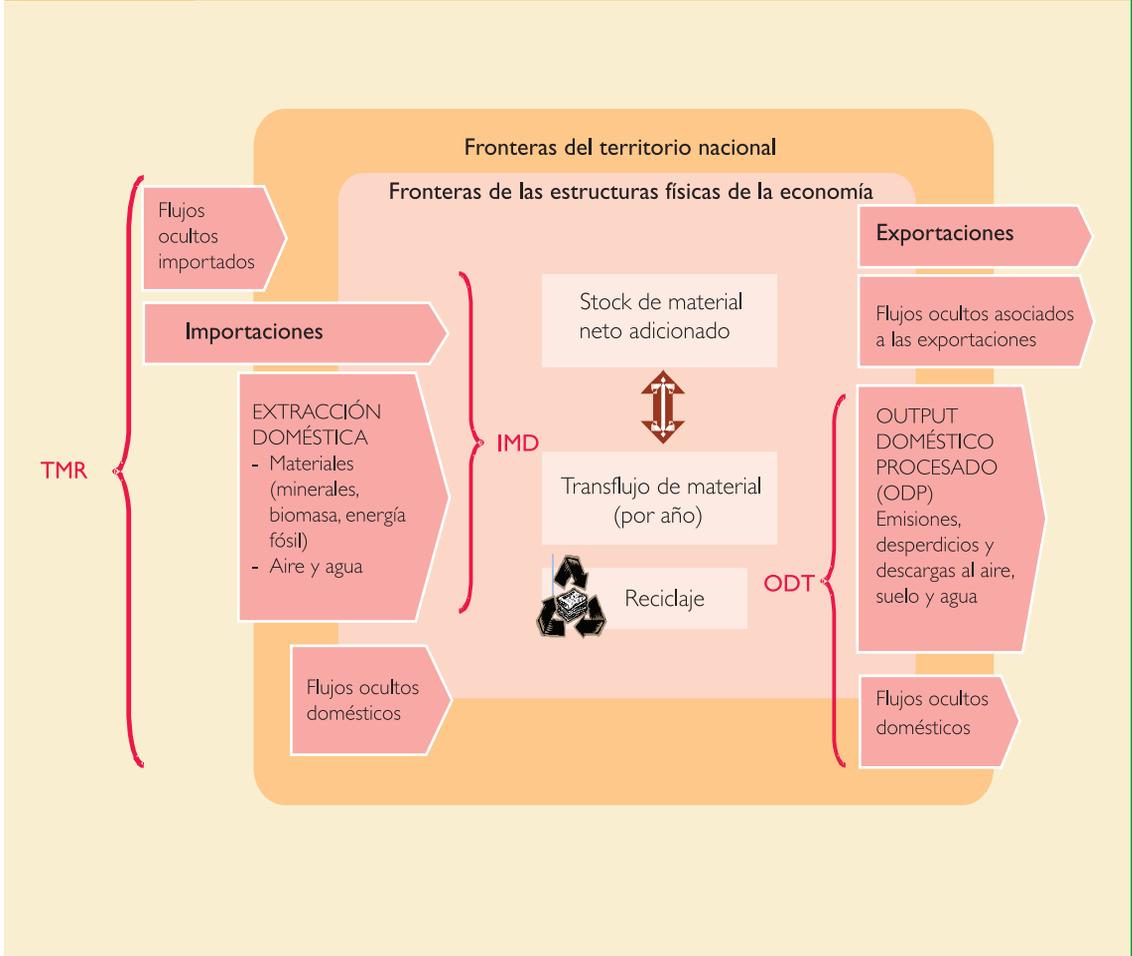
• Análisis de Flujo de Materiales

La metodología conocida como Análisis o Contabilidad de Flujo de Materiales (MFA, por sus siglas en inglés), contabiliza el uso de recursos naturales en el proceso de producción y consumo en términos de toneladas. El principio conceptual que soporta el enfoque de la metodología MFA es un modelo simple de la interrelación entre economía y ambiente, en el cual la economía es un subsistema insertado en el ambiente y dependiente de un constante flujo de materia y energía. Materias primas, agua y aire son extraídos del sistema natural como *inputs*, transformados en productos y finalmente retransferidos al sistema natural como *outputs* (desperdicios y emisiones) (figura 1).

Este método biofísico de contabilización ha alcanzado ya un razonable nivel de estandarización, al cual han contribuido diferentes instituciones y gobiernos europeos. Destacan como pioneros en la investigación dos instituciones: Wuppertal Institut de Alemania, y el Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF) de la

Universidad de Klagenfurt, Austria. Con la publicación de la guía metodológica *Economy-wide material flow accounts and derived indicators*, por la Oficina de Estadísticas Europeas (EUROSTAT, 2001), se alcanza un estándar oficial más armónico y universal. En la actualidad ya se cuenta con contabilidades físicas para muchos países desarrollados: Alemania, Austria, Holanda, Dinamarca, Finlandia, Italia, Suecia, Inglaterra, Polonia, España, Estados Unidos y Japón. Para países en desarrollo existen importantes avances: China, Brasil, Chile, Venezuela y recientemente algunos países del Sudeste Asiático (Schandl y Weisz, 2002).

FIGURA I CICLO DE MATERIALES



Fuente: Derivado de Matthews et al. (2000: 5); EUROSTAT (2001: 16); Haberl et al. (1994).



$$TMR = IMD + FDP + FPOF$$

Donde:

- TMR es el Total Material Requerido
- IMD es el Input Material Directo = Extracción doméstica + Importaciones
- FDO es el Flujo Doméstico Oculto
- FOF es el Flujo Oculto Foráneo
- ODP es el Output Doméstico Procesado = IMD – Adiciones Netas al Stock
- AND son las Adiciones Netas al Stock = IMD – ODP – Exportaciones
- ODT es el Output Doméstico Total = ODP + Flujos Domésticos Ocultos

Como se puede observar en la figura 1, el método está basado en la estimación de varios indicadores de grandes tipos de flujos de material (biomasa, minerales o energía fósil) desde dos horizontes:

- Los input que entran al sistema económico (como importaciones, extracción doméstica o material vinculado a flujos ocultos). Este fue el primer tipo de evaluación que se usó en el MFA (Adriaanse et al., 1997).
- Los *output* de la economía (como exportaciones, desperdicios o vinculados a flujos ocultos),¹ como la más reciente evaluación de Matthews et al (2000).

Con relación al comercio exterior, el *Balance Comercial Físico* (BCF) es su principal indicador. Un BCF expresa si los recursos importados procedentes del resto del mundo exceden los recursos exportados de un país o región. El cálculo del BCF es el resultado de descontar las exportaciones (X) de las importaciones (I), al revés de lo que se hace para los balances comerciales monetarios (EUROSTAT, 2001).

La información para este trabajo se obtuvo de fuentes oficiales nacionales: Anuarios de Comercio Exterior (ACE), del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), Banco de la República, Departamento Nacional de Planeación (DNP), Grupo de Estudios de Crecimiento Económico (GRECO), del Banco de la República, y de fuentes secundarias relacionadas con literatura sobre historia económica de Colombia.

1 Los flujos ocultos no están físicamente incluidos en el bien producido, exportado o importado, pero sí es material requerido y usado a lo largo de la cadena productiva. Son flujos que resultan como residuos o material de desecho de su explotación o uso, pero que causan importante impacto ambiental.

• Huella hídrica y agua virtual

La *huella hídrica* (*water footprint*) [HH] [$\text{m}^3/\text{año}$] es definida como el volumen de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por los individuos, las empresas o los países. La huella hídrica consiste de dos partes: *huella hídrica interna* (HHI), que se refiere al volumen de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de ese país; y la *huella hídrica externa*, que equivale al volumen de agua usada en otros países para producir los bienes y servicios importados y consumidos por los habitantes del país de referencia (Chapagain y Hoekstra, 2004). La HHI representa la suma del volumen de agua usada en la economía nacional en los sectores agrícola (HHA), industrial (HHIn) y doméstico (HHD). El cálculo del Total de Agua Usada en la Agricultura (HHA) resulta de la sumatoria de los Requerimientos de Agua de cada Cultivo (RAC_c), dividido entre el *rendimiento respectivo* (t/ha) y multiplicado por la *Producción* (t/año) de cada cultivo. Donde los RAC_c son el resultado de parámetros climáticos (evapotranspiración) y del Coeficiente de Absorción del Cultivo (K_c) (Allen et al., 1998).

Por su parte, el agua virtual (AV) [m^3/t] es definida como el volumen de agua requerido para producir una tonelada de un bien o servicio. En el caso de la agricultura, resulta de dividir el total de agua usada para la producción de un cultivo c por las toneladas producidas. Este concepto fue introducido por Allan (1994), quien elaboró la idea de importar agua virtual (incluida en los alimentos importados) como un instrumento para aliviar la presión sobre la escasez de agua disponible para uso doméstico. Así, el agua virtual se convierte en una fuente alternativa de agua, complementaria a las fuentes endógenas (internas) de agua en los países. El adjetivo "virtual" hace referencia al hecho de que la mayoría del agua usada para producir un producto no está contenida finalmente en ese producto. El agua realmente contenida es insignificante si se compara con el AV.

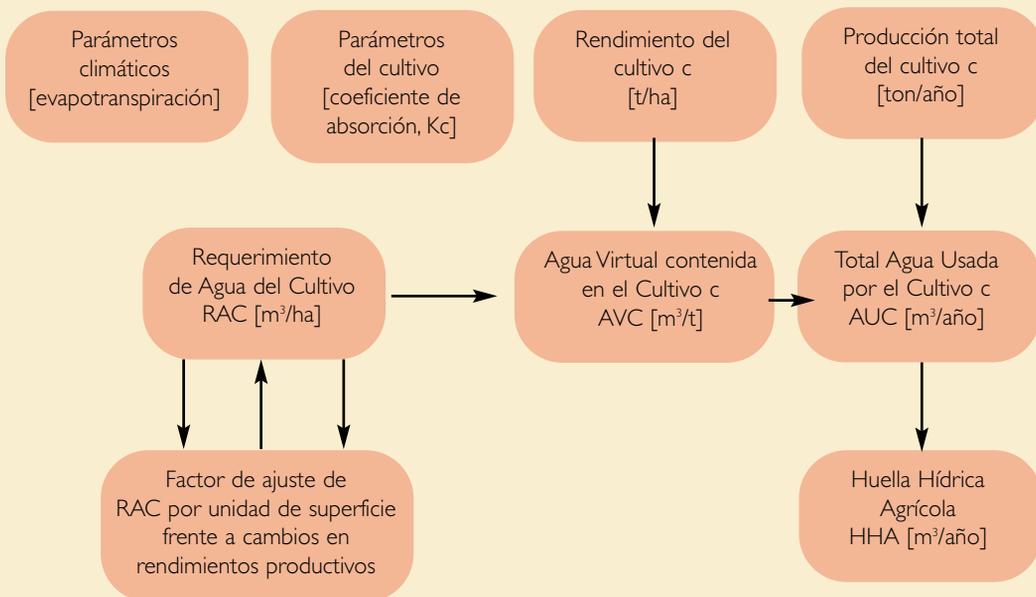
El AV ayuda además a determinar el Balance externo de Agua Virtual (BAV) en un país. El BAV equivale a la diferencia entre el Agua Virtual Importada (AVI) [$\text{m}^3/\text{año}$] y el *Agua Virtual Exportada* (AVE) [$\text{m}^3/\text{año}$]. Si el balance es positivo, implica una cantidad de agua virtual neta que ha sido traída al país, y si es negativo, corresponde a una exportación neta de agua virtual. Un desbalance hídrico muestra la presión neta que sobre el recurso agua ejercen los consumos de otros países a través del CI. Esta situación, desde



la perspectiva de la ecología política, puede también ser vista como otra cara de la deuda ecológica que se expresa a través de las externalidades negativas (contaminación) y los costos de oportunidad asociados a la producción de los bienes agrícolas exportados. Mayor detalle sobre la metodología de estimación de la HHA y del AV puede verse en la figura 2.

La información básica para el desarrollo de este trabajo provino de varias fuentes estadísticas. Los datos sobre producción y rendimientos agrícolas, tanto totales como los del mercado externo, son tomados de la FAO (FAOSTAT, s.f.). Esta información fue cotejada y complementada con información del Ministerio de Agricultura. La evapotranspiración y el coeficiente de absorción (K_c), se obtuvieron del trabajo realizado para estimar la *Huella Hídrica de las Naciones* de UNESCO-IHE (Chapagain y Hoekstra, 2004).

FIGURA 2. ETAPAS PARA ESTIMAR LA HUELLA HIDRÍCA AGRÍCOLA (HHA)



Fuente: Chapagain y Hoekstra (2004: 16). Ajustes propios.

BALANCE COMERCIAL BIOFÍSICO E INTERCAMBIO ECOLÓGICAMENTE DESIGUAL (1970-2006)

“La división internacional del trabajo consiste en que unos países se especializan en ganar y otros en perder. Nuestra América Latina fue precoz: se especializó en perder desde los remotos tiempos en que los europeos del Renacimiento se abalanzaron a través del mar y le hundieron los dientes en la garganta. Pasaron los siglos y América Latina perfeccionó sus funciones... La región continúa existiendo al servicio de las necesidades ajenas, como fuente y reserva de materias primas con destino a los países ricos que ganan consumiéndolos mucho más de lo que América Latina gana produciéndolos”.

Eduardo Galeano (1989).

• Balance comercial biofísico

Acorde con la figura 3, el volumen de exportaciones físicas colombianas se incrementó en forma importante durante el período analizado, teniendo especial dinámica a partir de 1985. Luego de un pequeño decrecimiento hasta 1977 –cuando pasa de 7,2 millones de toneladas en 1970 a 3,3 millones en ese año– comienza a incrementarse nuevamente hasta 1999, cuando alcanza un nivel cercano a los 71 millones de toneladas. Entre este año y el 2002 se produce un ligero descenso a 62 millones de toneladas, para después continuar su tendencia ascendente y alcanzar los 88 millones de toneladas en el 2006.

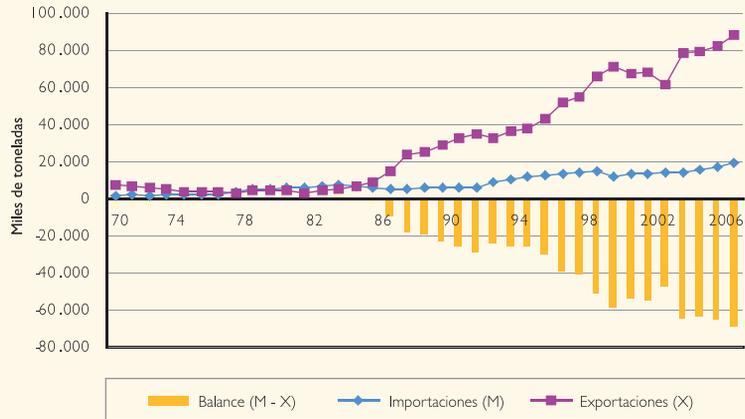
Tanto el ciclo descendente como el ascendente encuentran explicación en los cambios acontecidos en la estructura material de las exportaciones. El primer ciclo está asociado al descenso de las exportaciones petroleras que comienzan a caer a principios de los setenta, para luego desaparecer en 1973 (y hasta 1986), y al incremento importante de las exportaciones industriales que tienen menor peso relativo. El ciclo ascendente está relacionado con la dinámica de bienes de origen minero, en particular la reaparición del petróleo con la producción de los pozos de Caño Limón en el oriente colombiano y el nacimiento de las nuevas exportaciones de carbón² y ferroníquel a través de las grandes minas a cielo abierto del Cerrejón y Cerromatoso en la costa atlántica colombiana, respectivamente.

2 En 2006 se exportaron 60 millones de toneladas de carbón, cuantía que representa el 68% del total de exportaciones biofísicas del país.



FIGURA 3.
BALANCE COMERCIAL FÍSICO DE LA ECONOMÍA
COLOMBIANA: 1970-2006

Fuente:
DANE, Anuario de
Comercio
Exterior
(ACE).
Cálculos
propios.



Por su parte, las importaciones biofísicas se mantienen relativamente constantes hasta 1976 en un promedio cercano a los dos millones de toneladas. A partir de allí, tienen un crecimiento continuo pero lento hasta alcanzar los 19 millones de toneladas en el 2006.

Con relación al BCF, luego de algunos vaivenes en los primeros años analizados, a partir de 1983, con la dinámica exportadora, se alcanzan continuos y crecientes déficits durante el resto del período, consolidándose la salida de valiosos recursos materiales hacia el exterior. El balance total durante los 37 años analizados arroja un déficit neto de 855 millones de toneladas de materiales que han salido de Colombia rumbo al resto del mundo, de los cuales el 90% (770 millones de toneladas) se origina durante el proceso de apertura económica (1990-2006). Este déficit es la parte visible o la punta del *iceberg* de la deuda ecológica acumulada durante estos 37 años que el resto del mundo tiene con Colombia por sus transacciones comerciales internacionales. La parte escondida del *iceberg* corresponde a la "mochila ecológica" asociada a los flujos invisibles de la explotación de recursos naturales y a sus respectivos impactos ambientales.

Este balance general arroja luces sobre el intercambio ecológicamente desigual entre Colombia y el resto del mundo. En este caso,

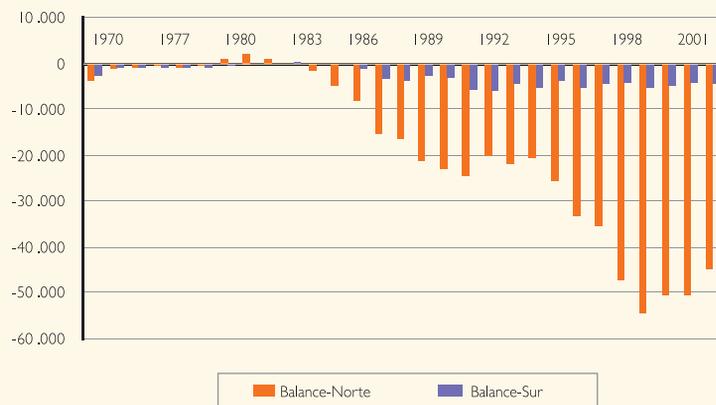
se observa lo que se ha denominado en la literatura especializada como “costos ambientales trasladados o promovidos” por una región y asumidos por otra (Muradian *et al.*, 2002). Es clara la evidencia de que mientras Colombia exporta requerimientos materiales que el resto del mundo demanda para sus actividades de producción y consumo, el país es el que asume los costos implícitos de contaminación y agotamiento de sus recursos naturales.

Por su parte, al identificar el balance comercial físico de Colombia con el grupo de países de altos ingresos (Norte) y con los países de medianos y bajos ingresos (Sur),³ se encuentra un ciclo similar para ambas regiones, aunque con grandes diferencias en las magnitudes. En los primeros años de 1970 hubo un pequeño déficit con ambos grupos de países, pasándose luego a un superávit físico también pequeño en el segundo quinquenio de esa década. Posteriormente, a partir de 1985, se inicia un déficit permanente en el comercio de Colombia con ambos grupos de países, con una dinámica fuertemente creciente y abultada para el Norte (figura 4). Así, se puede afirmar que el comercio con el Norte es el que explica en buena medida el déficit físico del comercio exterior (CE) colombiano durante el período analizado. Se ejemplifica, de esta forma, el intercambio ecológicamente desigual, mediante el cual salen más recursos materiales que los que entran al país.

3 El Norte corresponde a los países que, según la clasificación del Banco Mundial, tienen ingresos altos (por encima de 9.206 dólares per cápita). En el Sur están los países que tienen ingresos per cápita inferiores a esa cantidad. Ver Banco Mundial (2002).



FIGURA 4.
BALANCE COMERCIAL FÍSICO DE LA ECONOMÍA COLOMBIANA CON NORTE Y SUR: 1970-2002 (miles de toneladas)



Fuente:
DANE. Cálculos
del autor.



Este desbalance físico de Colombia, especialmente con el Norte, muestra de manera gráfica el deterioro y la dominación ecológica a la que se ve sometido el país a través del mecanismo del CI. Los países del Norte (industrializados) necesitan importar –para mantener su modelo de producción y consumo actuales– grandes cantidades de energía y materiales de los países del Sur, como Colombia. Esa necesidad material y energética solo puede satisfacerse manteniendo la diferencia en el nivel de vida, si los precios de las importaciones que llegan del Norte (manufacturas) son mayores que los precios de las exportaciones que vienen del Sur (materias primas). O, como dice Hornborg (1998), los precios son el mecanismo mediante el cual el Norte consigue el excedente de *exergía* (energía disponible) que usa. En tal sentido, la asimetría entre el valor físico de los recursos naturales (ricos en energía disponible) y su valoración económica (poco valor monetario agregado) es lo que permite el metabolismo de la sociedad en su organización actual, donde el CI desempeña un papel protagónico en la posibilidad de importar esa energía potencial para el desarrollo de los procesos productivos en el Norte. El intercambio ecológico y económicamente desigual y el deterioro ecológico son sus consecuencias. La dirección del flujo neto de energía y materiales, es decir de la productividad potencial, es una vía adecuada para mirar la ocurrencia del intercambio desigual.

Como señala Carpintero *et al.* (1999):

“...he aquí el reverso del argumento relativo a las ganancias del comercio manejado por la teoría del comercio internacional. Resulta difícil a la vista de los datos seguir manteniendo este drenaje de recursos físicos sujetos a la degradación irreversible en los procesos productivos, que al final arroja beneficios económicos en forma de aumento de las posibilidades de consumo y producción para aquellos territorios que se ven obligados a deshacerse de estos recursos. Siendo rigurosos hay que decir que el comercio internacional, desde el punto de vista ecológico se presenta como un juego de suma cero con tendencia negativa, si se introduce el efecto entropía”.

• Relaciones de intercambio y efectos ecológicos

Uno de los principales planteamientos de la teoría estructuralista de la dependencia latinoamericana, que tuvo sus orígenes en la CEPAL, considera al deterioro e inestabilidad de los precios inter-

nacionales de las exportaciones de los países ricos en recursos naturales como un elemento explicatorio del atraso económico de estas regiones (y de la perpetuación de patrones de producción y comercio natural-intensivos y mano de obra-intensivos). Esta inestabilidad y descenso de los precios de los bienes primarios exportados en el largo plazo tiene su efecto en una pérdida de la capacidad de compra de importaciones. Ello ha sido conocido en el argot “estructuralista” como “pérdida en los términos de intercambio”. Este fenómeno se produce por la sobreproducción de bienes primarios y materias primas que se genera al intentar, cada país por separado, aumentar sus ingresos externos para cumplir sus compromisos, tanto de importaciones como el pago de la deuda externa.

Por su parte, la EE agrega un elemento adicional a la teoría de la dependencia: el deterioro y expoliación de los recursos naturales en términos ecológicos. Así, se da la paradoja de que los países empobrecidos no están únicamente especializados en la exportación de aquellos bienes que generan menor valor añadido monetario, sino que son precisamente esas mercancías las que además suponen mayor costo físico de reposición e incorporan más energía y materiales (Carpintero *et al.*, 1999; Pérez, 2006).

Para definir los “términos o relaciones de intercambio” en este caso, se trabajó con el valor medio por tonelada exportada e importada, como un *proxy* de los precios internacionales de los bienes transados por Colombia. Con base en esta definición, la figura 5 presenta diferencias importantes en las tendencias de los precios por tonelada exportada desde el país, rico en recursos naturales, y los precios medios por tonelada importada, rico en productos manufacturados. Mientras que el valor por tonelada importada tuvo en dólares corrientes una tendencia creciente durante todo el período (dinamizándose a partir de 2002 hasta alcanzar en el 2006 los 1.270 US\$/t), el valor para las exportaciones tuvo un auge hasta 1982, para después decrecer continuamente (con una pequeña recuperación a partir de 2004, alcanzando en el 2006 los 277 US\$/t). La tendencia creciente del valor por tonelada de las exportaciones colombianas hasta 1982 está asociada a los altos precios internacionales que tuvo el café y a un cambio en la composición de la estructura de las exportaciones.

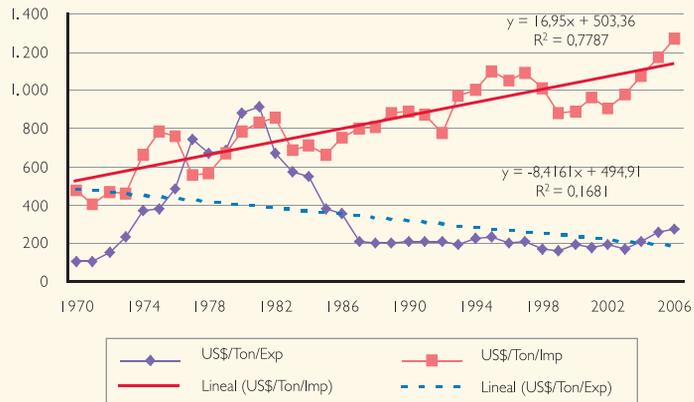
Con relación al creciente valor de las exportaciones, basta decir que está asociado a las heladas en las zonas cafeteras de Brasil (que redujo fuertemente su oferta de grano), a la presencia de



importantes existencias almacenadas por Colombia durante años anteriores y a la solidez del Pacto Internacional del Café. Todo ello contribuyó a que las ventas al exterior superaran los 12 millones de sacos anuales (Colombia exportaba tradicionalmente 7-8 millones) con los precios internacionales más altos en la historia de la caficultora nacional, que sobrepasaron los 2,30 dólares por libra, cuando en el 2004 rondó los 0,75 dólares por libra. El otro cambio importante es un incremento de la participación de las exportaciones industriales en la década de los setenta, las cuales tienen un mayor valor por tonelada, contribuyendo a mejorar la "relación de intercambio". El auge de las exportaciones industriales estuvo asociado a la política de promoción de exportaciones de la época. Los nuevos rubros exportadores: carbón, ferroníquel y la reaparición del petróleo, que adquieren fuerza a partir del segundo quinquenio de los ochenta, dado su carácter de *bulk commodities*, llevan a un descenso en el valor por tonelada exportada. El análisis anterior se complementa con un análisis por grupos de países (acor-



FIGURA 5.
"RELACIONES DE INTERCAMBIO" DEL COMERCIO EXTERIOR
COLOMBIANO: 1970-2006 (US\$/corrientes/t)



Fuente:
DANE. Cálculos
del autor.

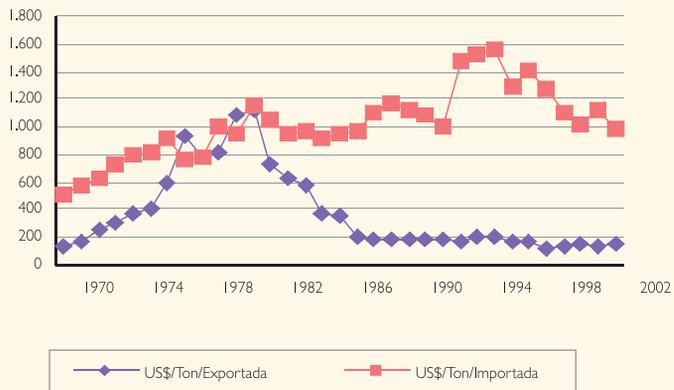
de a su nivel de ingreso) con los que comercia Colombia. Al observar la figura 6-A encontramos una importante diferencia entre el valor/tonelada exportada por Colombia hacia los países ricos y el valor/tonelada importada desde esos mismos países. Esta diferencia, que fue recortada entre 1977 y 1983 asociada a los altos precios del café ya comentados, se ha visto incrementada a partir de este último año. Por su parte, en el comercio con el Sur el asunto es distinto. Aunque la diferencia también se recortó para esos mismos años, posteriormente se produjo una caída de ambas, siendo de todas maneras más intensa la del valor/tonelada exportada por Colombia. Luego, aunque ambas tienen una tendencia creciente, la diferencia se mantiene en favor de las importaciones provenientes desde el Sur (ver figura 6-B).

Lo observado en estas figuras corrobora los planteamientos del estructuralismo latinoamericano y de la EE para la economía colombiana; es decir, se produce una pérdida en los "términos de intercambio" de su comercio exterior. Esta pérdida se presenta también para el comercio con el Sur, aunque es en el comercio con el Norte donde estas diferencias son mayores. Así, el comercio Norte-Colombia está caracterizado en su esencia por unos "términos de intercambio" crecientemente desfavorables para el país, con importantes implicaciones económicas y ambientales. Las primeras incentivan la dependencia frente a los países del Norte, y las segundas trasladan los costos y cargas ambientales a territorio colombiano. Ambos resultados generan un comercio altamente desigual para el país (Pérez, 2006).

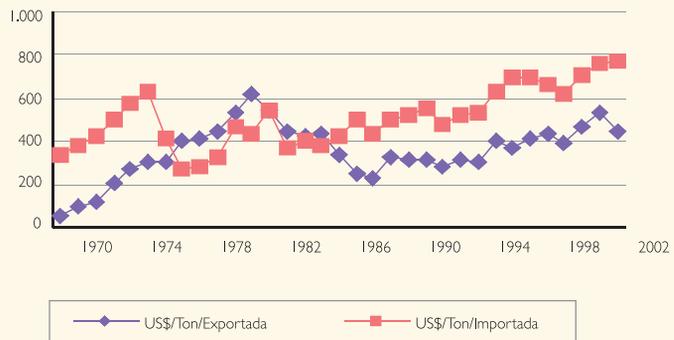


FIGURA 6.
“RELACIONES” DE INTERCAMBIO DEL COMERCIO EXTERIOR
COLOMBIANO POR ÁREA GEOECONÓMICA CON LA QUE SE
COMERCIA: 1970-2002 (US\$/corrientes/t)

A. VALOR MEDIO TONELADA DE CI CON EL NORTE



B. VALOR MEDIO TONELADA DE CI CON EL SUR



Fuente:
DANE. Cálculos
del autor.

DINÁMICA ECONÓMICA, COMERCIO INTERNACIONAL Y USO DEL AGUA AGRÍCOLA

Esta parte cubrirá dos puntos: a) la estimación del consumo de agua de la agricultura o Huella Hídrica Agrícola (HHA); y, b) la estimación del Balance de Agua Virtual Agrícola. Este último punto permite conocer el patrón económico-hídrico de la agricultura colombiana y sus términos ecológicos de intercambio.

- La huella hídrica de la agricultura colombiana en el período 1961-2005

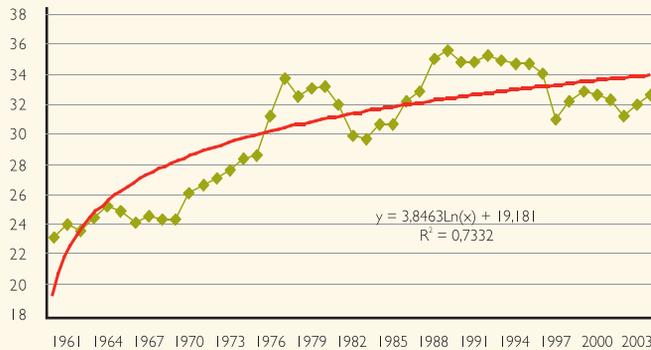
La figura 7 presenta los resultados de la HHA y su tendencia logarítmica para el caso colombiano en todo el período analizado. Por una parte, la cantidad de agua usada por la agricultura nacional alcanzó para el 2005 una cifra equivalente a 32 Gm³ (una *Giga* equivale a mil millones), sin incluir las pérdidas e ineficiencias de los sistemas de riego. Se observa claramente que el volumen de agua usada por la actividad agrícola colombiana ha tenido un crecimiento continuo a lo largo del período estudiado, con algunos picos importantes y con un descenso significativo durante el proceso de apertura económica iniciado en los noventa. La HHA pasó de 23,1 Gm³ en 1961 a 32 Gm³ en 2005, lo que significa un crecimiento de 8,9 Gm³ para todo el período (0,9% promedio anual).

La ampliación del consumo de agua está asociada a dos fenómenos complementarios. Por un lado, al crecimiento económico agrícola, que se refleja en el crecimiento del área sembrada (creció de 3,1 ha a 3,9 millones ha, 0,6% de crecimiento anual) y de la producción (de 19,6 a 60,1 millones de toneladas, 4,7% anual, entre 1961 y 2005). El segundo aspecto corresponde al cambio estructural asociado al proceso de especialización productiva a lo largo del período analizado. En este punto, se produjo un desplazamiento de los cultivos temporales por permanentes; mientras en 1961 estos últimos ocupaban el 66% del área sembrada, para el 2005 pasaron a ser del 75%. Siendo los cultivos permanentes de carácter agua-intensivos, ello implicó una mayor presión sobre el recurso hídrico, contribuyendo a ampliar la HHA colombiana.



FIGURA 7.
HUELLA HÍDRICA DE LA AGRICULTURA COLOMBIANA
(1961-2005). VOLUMEN DE AGUA USADA POR LA ACTIVIDAD
AGRÍCOLA (GM³)

Fuente:
FAOSTAT y
Chapagain y
Hoekstra
(2004).
Cálculos
propios.



Con respecto a los ciclos, se encuentra una primera gran dinámica de crecimiento de la cantidad de agua usada que se extiende hasta 1978, donde alcanza un pico de 33,7 Gm³ de agua, para a partir de ahí descender hasta 29,7 Gm³ en 1984. Este comportamiento estuvo asociado al ciclo productivo del café, el cual, además de ser el principal usuario de agua agrícola al tener una demanda de 25%, tuvo una dinámica creciente en el uso del agua hasta 1978, donde alcanzó 12 Gm³; a partir de allí descendió su consumo hasta 10,1 Gm³ en 1985. Esta dinámica en el uso del agua para la producción agrícola coincide con la bonanza cafetera iniciada en 1975 y hasta 1979, explicada por el alza de los precios internacionales del café. El otro período que se debe rescatar es el de la apertura económica (1990-2005), en el que se produce un descenso importante en la cantidad de agua usada al pasar de 35,6 Gm³ en 1990 a 32 Gm³ en 2005. Esto encuentra explicación en la caída de la actividad agrícola durante este tiempo, que se manifestó en la pérdida de más de un millón de hectáreas de área sembrada. Igualmente, se identifica que el ascenso de la HHA se inicia con el cambio del modelo de sustitución de importaciones hacia el de promoción de exportaciones a partir de 1970. Todo ello evidencia una alta elasticidad del uso del recurso hídrico con

respecto a las dinámicas externas de los principales productos de exportación agrícola.

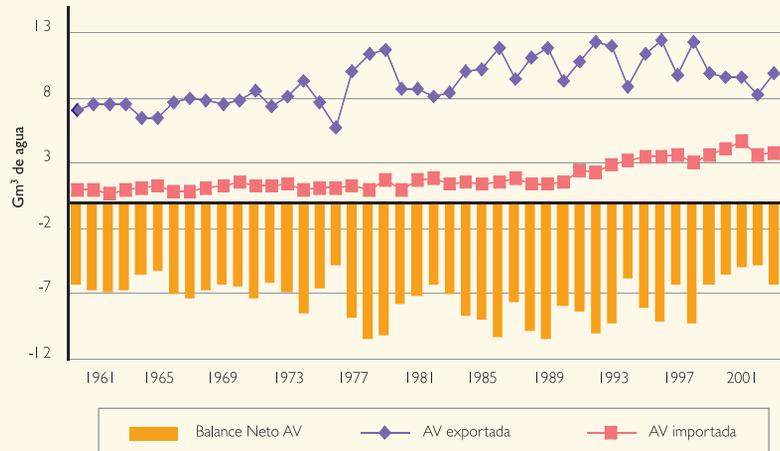
Precisamente, un elemento que ha contribuido a incrementar el consumo de agua por parte del sector agrícola es la demanda de agua para la actividad exportadora. Así, mientras en el primer quinquenio (1961-1965) las exportaciones de AV alcanzaron en promedio 7,2 Gm³, para el último quinquenio (2001-2005) fueron de 10 Gm³, lo que equivale a cerca del 30% del agua total usada por la actividad agrícola (destacándose el café como el principal usuario con un 76% del agua virtual exportada total). La caña de azúcar representa un consumo equivalente del 13%, mientras el banano contribuye con el 5% del agua virtual incorporada en las exportaciones. Los otros cultivos demandan cantidades de agua menores. Esta realidad permite focalizar el horizonte de la política de uso racional del agua en la agricultura en los cultivos que usan el recurso con mayor intensidad y que, por consiguiente, son los principales causantes del “estrés” hídrico de muchas de las cuencas hidrográficas del país.

- Balance externo de agua virtual para uso agrícola ($M_a - X_a$)

El Balance Comercial de Agua Virtual Agrícola (BAVA) es el resultado de restar al AV agrícola importada (M_a), el AV de las exportaciones agrícolas (X_a). Este balance identifica si hay una salida neta de recursos hídricos de un país a otro. La figura 8 presenta el BAVA para Colombia durante el período 1961-2004, indicando un continuo déficit de AV de la economía agrícola nacional. Así, a lo largo de este período han salido del país rumbo al resto del mundo, en términos netos, un total de 388 Gm³ de AV, de los cuales 105 Gm³ (33,1%) corresponden al proceso de apertura económica (1990-2004). Este déficit neto de agua es explicado básicamente por la gran diferencia que existe entre el contenido de AV de las exportaciones colombianas frente al mismo contenido de las importaciones.



FIGURA 8.
BALANCE EXTERNO NETO DE AGUA VIRTUAL (1961-2004)
(Gm³/año)



Fuente:
FAOSTAT (s.f.) y
Chapagain y
Hoekstra
(2004).
Cálculos
propios.

En términos de la teoría del libre comercio, el déficit físico está asociado al aprovechamiento de las ventajas comparativas que permite utilizar con mayor intensidad los recursos abundantes. En este caso, Colombia se ha especializado en la exportación de productos *agua-intensivos* e importa bienes agrícolas *agua-extensivos*. Sin embargo, esta especialización productiva apoyada por la teoría de las ventajas comparativas, genera un intercambio ecológicamente desigual, pues mientras los países con abundancia de recursos naturales, como el agua, asumen los costos de agotamiento y contaminación asociados a su uso, los países importadores de AV se quedan con los beneficios del consumo del bien importado. Este modelo de especialización *agua-intensivo* implica un mayor coste físico de reposición y, por tanto, más energía y materiales incorporados, con lo cual la carga ambiental asumida por Colombia relacionada con el CI es mayor a la de los países de donde provienen nuestras importaciones.

El CI es el mecanismo que permite trasladar la *huella hídrica* de un país a otro, mostrando que las actividades de producción y consumo, dentro de unas fronteras determinadas, incrementan la presión sobre el ambiente en otras partes del mundo. La presión del

país por alcanzar mayores niveles de desarrollo, junto con la necesidad de pagar la deuda externa, obliga a explotar al máximo los recursos naturales, principal fuente de sus exportaciones, generando problemas de agotamiento, contaminación y diferentes conflictos ambientales. Este desbalance corresponde a otra cara de la deuda ecológica que el resto del mundo tiene con Colombia producto del CI.

Por su parte, el contenido de AV importado también creció en forma sostenida a lo largo del período analizado al pasar de 1 Gm³ en 1961 a 4,2 Gm³ como promedio para los últimos dos años. Además, la dinámica de crecimiento del AV importada adquiere mayor impulso a partir del proceso de apertura económica (1990). En este lapso pasó de 1,5 Gm³ para 1990 a 4,2 Gm³ como promedio para los últimos dos años. Así, una mirada que comprenda el punto de vista de la sostenibilidad global, encuentra que la carga ambiental total, que corresponde a la HHA de todas las transacciones del comercio exterior agrícola colombiano ($X + M$), se ha incrementado de lado y lado de las fronteras, producto de la liberalización comercial. Ello muestra que la liberalización comercial contribuye de manera importante al deterioro ambiental a nivel mundial (efecto escala), pues aumenta la cantidad de recursos materiales y energéticos que se movilizan con el crecimiento del CI en un mundo de recursos finitos.

Finalmente, aunque hay una creciente presión sobre el recurso hídrico por parte de la agricultura nacional, originada tanto por el mercado interno como por el externo, esta situación aún no es crítica si se compara con la disponibilidad de agua en el plano nacional. Sin embargo, tomando en cuenta que los procesos de especialización productiva impulsados por la apertura comercial no se dan sobre todo un país, sino sobre regiones y zonas con una determinada dotación de recursos naturales, es en estos territorios donde se trasladan específicamente las cargas ambientales de los procesos de especialización.

CONCLUSIONES

- Dentro del Sistema Económico Mundial, Colombia desempeña el papel de proveedor de excedentes materiales y energéticos que soportan el proceso metabólico y económico de los países industrializados. Este rol contribuye a generar un modelo de alta dependencia económica y de explotación no sostenible de los recursos naturales. El libre comercio junto con una



estructura institucional internacional ayudan a sostener este orden asimétrico, reforzando las relaciones de dependencia entre el Norte y el Sur, en donde la periferia asume buena parte de los costos sociales y ecológicos del funcionamiento del sistema económico mundial, promoviendo con ello relaciones de intercambio desiguales.

- Para el caso de Colombia, se identifica que su economía a lo largo de estos años estudiados (y de toda su historia republicana) mantiene un patrón de especialización productivo que explota intensivamente sus recursos abundantes, cumpliendo a cabalidad la teoría estática de las ventajas comparativas del comercio internacional. Ello hace que el país exporte mercancías ricas en recursos naturales y mano de obra no calificada, e importe mercancías ricas en capital y conocimientos. Sin embargo, este patrón de especialización produce un intercambio económico y *ecológicamente desigual*, pues además de no reconocerse los costos ambientales y el agotamiento del patrimonio natural, las relaciones de intercambio son desfavorables para los países exportadores de materias primas.
- El intercambio ecológicamente desigual y la presión ambiental ejercida por el patrón de especialización *natural-intensivo* de la economía colombiana se presenta en el período analizado de varias maneras. En primer lugar, por la dirección del flujo neto de recursos materiales y agua, los cuales tienen una clara orientación hacia el resto del mundo. El déficit neto de las transacciones comerciales es de 855 millones de toneladas de materiales (1970-2006) y 388 Gm³ de agua (1961-2005). En segundo lugar, los “términos de intercambio” son crecientemente desfavorables para las exportaciones colombianas (ricas en energía disponible), al compararlas con las importaciones (de alto valor económico), situación que ha contribuido a incrementar la presión y explotación de recursos naturales en el país.
- Los bajos precios de los bienes primarios y su deterioro comparativo frente a los bienes industriales han sido un mecanismo clave mediante el cual el Norte ha adquirido esos recursos naturales y energéticos para cumplir su proceso metabólico. Además, existen otros mecanismos económico-políticos asociados al marco institucional mundial existente, que facilitan el proceso de apropiación de estos recursos, fortaleciendo con ello la especialización natural-intensiva de las economías

del Sur. El desarrollo de esta estrategia globalizadora, el flujo de capitales que vienen desde las economías del Norte a través de la inversión extranjera y la deuda externa, junto con la estructura monopólica de la producción ejercida por las transnacionales, han desempeñado un papel fundamental en la consolidación de esta asimétrica división internacional del trabajo que tiene importantes efectos ambientales sobre los países ricos en recursos naturales.

- Este trabajo ha permitido mostrar al comercio internacional como un nuevo vector (igual al aire y al agua) que disemina las cargas e impactos ambientales sin conocer de fronteras. Cuanto mayor sea la parte de los efectos ambientales que recaiga fuera de las fronteras de la entidad política que toma las decisiones, menos probable es que el crecimiento económico lleve a decisiones que reduzcan las presiones ambientales.
- La investigación da luces para observar que la mayor integración con el mercado mundial, iniciada a finales de los sesenta, con la promoción de exportaciones e intensificada en los noventa con la apertura económica, ha producido un incremento significativo en la presión sobre los recursos naturales en Colombia en términos del flujo de recursos (sin alterar los patrones de especialización del comercio exterior colombiano). En este aspecto, han desempeñado un papel importante el capital extranjero y las transnacionales, lo que explica la dinámica material exportadora (carbón, petróleo, oro y ferróníquel).
- Los resultados alcanzados ponen sobre el tapete el efecto *escala* del comercio internacional. Este efecto muestra que un crecimiento de las transacciones comerciales externas, al contrario de lo planteado por la teoría del libre comercio, producen un aumento del impacto ambiental a través del incremento de la cantidad de recursos materiales movilizados. Ello evidencia que para tratar de alcanzar un régimen comercial internacional más sostenible debería también considerarse la cantidad de material, energía y territorio incorporado en la demanda comercial, no reduciéndose solo a la armonización de los estándares ambientales o la internalización de los costos ecológicos, mecanismos necesarios pero no suficientes. Pero, además, significa también que, contrario a lo planteado por la economía ortodoxa, las economías en vez de desmaterializarse se están rematerializando. En el caso colombiano, esta situación se refleja en el incremento del volumen de los recursos natu-



rales usados por la actividad económica, de 7 a 88 millones de toneladas entre 1970 y 2006 para los productos exportados y de 13,4 Gm³ en 1961 a 32 Gm³ en 2005 para el agua usada por la agricultura tanto para el mercado externo como para el interno.

- Respecto a esto último, la planificación y gestión del agua y de las cuencas hídricas en particular, se ha centrado en el manejo y análisis de variables biofísicas y sociales desde una visión autárquica y aislada. El Manejo Integral del Recurso Hídrico (MIRH), a pesar de aplicar una visión más amplia e integral, también supone cierta independencia entre regiones y países. El fenómeno de la globalización política y económica ha hecho más evidente la interdependencia de las decisiones y consecuencias entre diferentes regiones. En este contexto es donde adquiere mayor relevancia el uso de instrumentos de contabilización biofísica como la HHA, para la planificación económico-ambiental de los territorios, tanto a nivel nacional como de cuencas y microcuencas.
- En términos de política económica, se hace necesario recomendar nuevamente lo que se vuelve repetitivo: agregar progresivamente valor a los productos de exportación colombianos con el fin de transformar las ventajas comparativas en ventajas competitivas. Para lograrlo será crucial ampliar la cobertura, elevar la calidad de la educación en todos los niveles y mejorar drásticamente la infraestructura.
- Finalmente, este trabajo investigativo resalta la importancia del uso de metodologías de cuantificación biofísica como instrumento necesario para mirar el tamaño de la economía dentro de la biosfera. Estas metodologías, como un recurso de la sostenibilidad fuerte, posibilitan integrar la información ambiental con la socioeconómica y generan información útil para la planificación económico-ambiental de nuestros territorios. Sin embargo, es necesario decir que estas metodologías aún requieren mayores desarrollos que permitan hacerlas más sólidas, tanto para la identificación de problemas como para el planteamiento de soluciones.

REFERENCIAS

- Adriaanse, A., S. Bringezu, A. Hammond, Y. Moriguchi, E. Rodenburg, D. Rogich y H. Schütz (1997), *Resource Flows: The material basis of industrial economies*, Washington, Wuppertal Institute (WRI), 66 pp.
- Allan, J.A. (1994), "Overall perspectives on countries and regions", en P. Rogers, y P. Lydon, *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*, Cambridge, Harvard University Press, pp. 65-100.
- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes y M. Smith (1998), *Crop evapotranspiration –Guidelines for computing crop water requirements*– FAO Irrigation and drainage paper 56, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm>.
- Banco de la República (varios años), *Anuario General de Estadísticas y Compendios de Estudios Económicos*, Bogotá.
- ——— www.banrep.gov.co.
- Banco Mundial (2002), *Global economic prospects and developing countries 2002*, Washington D.C.
- Bunker, S. (1996), "Materias primas y la economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial", en *Ecología Política*, 12, pp. 81-89.
- Carpintero, O., S. Echeverría y J. M. Naredo (1999), "Flujos físicos y valoración monetaria en el comercio mundial: el 'efecto notario' en el reparto de los frutos del comercio a nivel internacional", en J. M. Naredo y A. Valero, dirs., *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argentaria y Visor Dist.
- Chapagain, A. K., y A. Y. Hoekstra (2004), "Water Footprints of Nations", vol. I: Main Report. Value of Water, en *Research Report Series*, No. 16, November, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/ReportI6.pdf>.
- Costanza, R. (1989), "What is ecological economics?", en *Ecological Economics*, 1, pp. 1-7.
- Costanza, R., J. Cumberland, H. Daly, R. Goodland y R. Norgaard (1999), *Introducción a la Economía Ecológica*, Madrid, AENOR Editorial.
- Daly, H. (1993), "The perils of free trade", en *Science American*, 269, pp. 24-29.
- DANE (varios años), *Anuarios de Comercio Exterior Colombiano (ACE)*, Bogotá, Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- DNP, Departamento Nacional de Planeación: www.dnp.gov.co
- EUROSTAT (2001), *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*, Luxemburgo, Statistical Office of the European Union.
- FAOSTAT (s.f.). <http://faostat.fao.org/default.aspx>.
- Galeano, E. (1989), *Las venas abiertas de América Latina*, México, Siglo XXI Editores.
- Giljum, S. (2003), "Biophysical dimensions of North-South trade: material flows and land use", cap. I, introducción, tesis doctoral, Viena.
- Haberl, H., M. Fischer-Kowalski, F. Krausmann, H. Weisz y V. Winiwarter (1994), "Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer", en *Land Use Policy* (en prensa).
- Hornborg, A. (1998), "Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory and ecological economics", en *Ecological Economics*, 25, pp. 127-136.
- Karlson, R. (1995), "Recycling in life cycle assessments", doctoral thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, diciembre.



- Machado, G., R. Schaeffer y E. Worrell (2001), "Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input-output approach", en *Ecological Economics*, 39, pp. 409-424.
- Martínez-Alier J., edit. (1995), *Los principios de la economía ecológica*, Madrid, Fundación Argentaria/Visor.
- Martínez-Alier, J. y J. Roca Jusmet (2001), *Economía ecológica y política ambiental*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Matthews E., C. Amann, S. Bringezu, M. Fischer-Kowalski, W. Hüttler, R. Kleijn, Y. Moriguchi, C. Ottke, E. Rodenburg, D. Rogich, H. Schandl, H. Schütz, E. van Der Voet y H. Weisz (2000), *The weight of nations. Material outflows from industrial economies*, Washington, World Resources Institute, 125 pp.
- Muradian, R. y J. Martínez-Alier (2001a), "Trade and the environment: from a "Southern" perspective", en *Ecological Economics*, 36 (2), pp. 281-297.
- ——— (2001b), "South-North Material Flow: History and Environmental Repercussions", en *Innovation*, vol. 14, No. 2.
- Muradian, R., M. O'Connor y J. Martínez-Alier (2002), "Embodied Pollution in Trade: Estimating the 'environmental load displacement' of Industrialized Countries", en *Ecological Economics*, 41, pp. 51-67.
- Pérez, M. (2006), "Colombian international trade from a physical perspective: towards an ecological 'Prebisch thesis' ", en *Ecological Economics*, 59, pp. 519-529.
- Røpke, I. (2005), "Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s", en *Ecological Economics*, 55, pp. 262-290.
- Schandl, H. y H. Weisz (2002), "Economy-Wide Material Flow Accounting", en *Handbook of Physical Accounting measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Vienna.
- Wackernagel, M. (1999), "Ecological Economics Forum: Why sustainability analyses must include biophysical assessments?", en *Ecological Economics*, 29, pp. 13-15.