



# Comercio exterior y flujos hídricos en la agricultura colombiana: análisis para el periodo 1961-2004

**Mario Alejandro Pérez Rincón**

Universidad del Valle, Instituto CINARA. Cali, Colombia,  
aleperez@univalle.edu.co

Fecha de recepción: 14/02/2006. Fecha de aceptación: 21/04/2006

## Resumen

Una de las preocupaciones centrales en la política del agua a nivel mundial en la actualidad, tiene que ver con las acciones locales que es necesario desarrollar para cumplir con las denominadas Metas de Desarrollo del Milenio para el 2015. Sin embargo, pocos son los análisis que se hacen para tratar de relacionar los efectos de las políticas globales sobre el uso de los recursos hídricos, tanto a nivel nacional como a nivel local. En particular, pocos trabajos se han desarrollado para mirar el efecto de las políticas económicas internacionales, como por ejemplo la apertura comercial, sobre la intensidad en el uso del agua para diversos fines y sus implicaciones en el manejo integral del recurso hídrico. Este artículo, tiene como propósito evaluar los impactos en el uso del agua en la agricultura asociados a los cambios en los modelos de desarrollo de la economía colombiana entre 1961 y 2004, haciendo especial énfasis en el papel que en ello ha jugado como dinamizador de estos usos el comercio internacional. Para ello, se utilizarán los conceptos de "huella hídrica" y "agua virtual", instrumentos que permiten relacionar la evolución de la actividad económica con el uso del agua en un país o región, siendo herramientas poderosas para la planificación económico-ambiental.

**Palabras clave:** Agua virtual, comercio internacional y medio ambiente, dinámica agrícola y uso del agua, globalización e impactos locales, huella hídrica.

## Abstract

One of the central concerns in current water policy globally is related to the local action that must be undertaken in order to meet the Millennium Development Goals in 2015. However, there are few analyses that attempt to trace the effect of global policies on water resource use at either the national or the local level. In particular, little research has been carried out on the effect of international economic policies, such as economic aperture, on the intensity of water use for various purposes and their implications for integrated water resource management. The objective of this article is to evaluate the impact of water use in agriculture as it relates to the changes in the Colombian economy's development models between 1961 and 2004. Special emphasis will be made on the role that international trade has played in driving this water use. For the analysis, the concepts of "water footprint" and "virtual water" will be used. These powerful tools for economic and environmental planning are able to measure the evolution of economic activity in relation to water use in a country or region.

**Key words:** virtual water, international trade and the environment, agricultural dynamics and water use, water footprint, globalisation and local impact.



## 1. Introducción

La Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992 incentivó la preocupación a nivel global sobre los problemas ambientales. Por su parte, la conclusión de la Ronda de Uruguay del GATT y el establecimiento de la OMC en 1995 han intensificado el proceso de liberalización del comercio internacional de bienes y servicios, incluyendo por primera vez a la agricultura. Esto ha ocurrido en un contexto internacional donde se implementan una serie de reformas económicas pro mercado insertas en un mundo cada vez más globalizado. Todos estos acontecimientos promueven la preocupación ambiental sobre los posibles impactos asociados a la apertura comercial.

Al respecto, existen importantes diferencias de opinión entre amigos y críticos de la globalización y la liberalización del comercio internacional. Por una parte, los amigos de la política de liberalización comercial (OECD 1997, World Bank 2001, WTO 1999), plantean al comercio como un juego de suma positiva donde todos los participantes resultan ganadores. Al especializarse en la producción de mercancías intensivas en los factores productivos para los cuales los países presentan mejor dotación, y por tanto ventaja comparativa, el comercio acaba generando de por sí un aumento del ingreso y con ello una mejora ambiental. Este planteamiento se sustenta en el llamado "círculo virtuoso de la sostenibilidad", mediante el cual, la liberalización del comercio internacional es un instrumento que promueve el crecimiento económico, que es el que proporciona los nuevos recursos para mejorar el ambiente. El medio ambiente suministra a su vez, los recursos que sustentan la base del crecimiento y la expansión del comercio internacional. De acuerdo con esta visión, libre comercio, crecimiento económico y protección ambiental serán finalmente compatibles (Hauwermeiren 1998).

Sin embargo, cuando se hace un examen riguroso de la relación entre comercio y ambiente en el período de posguerra, se

encuentra que el crecimiento ha creado más problemas ambientales de los que ha resuelto. El crecimiento ha permitido que cada persona de los países desarrollados use una creciente cantidad de recursos naturales, mientras que, simultáneamente, contribuye a aumentar la contaminación del ambiente. Ese crecimiento se ha basado directamente en el comercio internacional, que provee materias primas baratas, incluyendo combustibles fósiles y da pocos incentivos para ahorrar recursos naturales (Røpke 1993).

En este contexto, 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 de suma positiva en términos ambientales entre los países que comercian dado que los costos ecológicos son asumidos en forma diferente por los países y grupos de personas participantes. A nivel de países por ejemplo, hay un desbalance material que se produce entre países importadores de recursos materiales y energéticos (industrializados) y países exportadores de este tipo de bienes e importadores de manufacturas y conocimiento, los países del Sur. Este intercambio es ecológica y económicamente desigual, pues además de que no se reconocen los costos ambientales y el agotamiento del patrimonio natural, las relaciones de intercambio son desfavorables para los países exportadores de materias primas.

De otro lado, los efectos escala y equidad están íntimamente relacionados. Ello obliga a entender la sostenibilidad como un concepto global de carácter dinámico, en el cual la dinámica de las economías locales (nacionales) y sus patrones de consumo se transfieren o se cargan ambientalmente a otras realidades locales a través del comercio internacional. Esto hace que los problemas



ambientales de tipo local se internacionalicen y que a su vez, los problemas globales se trasladen al nivel local (Martínez-Alier y Roca 2001). En este escenario, la valoración del comportamiento ambiental de una economía requiere que hagamos la distinción entre “costos ambientales producidos” y “costos ambientales desplazados o promovidos” por una nación, y expandir así la escala del análisis más allá de las fronteras nacionales (Muradian y Martínez-Alier 2001; Muradian et al. 2002). El desplazamiento de la carga ambiental es definido como los impactos ambientales (contaminación, agotamiento de los recursos naturales, transformación del paisaje, etc.) promovidos por los consumos de un país importador, pero sufridos por un país exportador, donde el comercio internacional es el eslabón que permite conectar ambas partes. El comercio entonces, debe ser considerado un nuevo vector (igual al aire y al agua) que disemina las cargas e impactos ambientales sin conocer de fronteras (Karlson 1995).

Al igual que para buena parte del mundo, la evolución del sector agrícola en Colombia ha sido tradicionalmente estudiada desde la economía, la historia y la política. Pocos estudios se han dirigido a examinar los impactos ambientales producidos por la dinámica del sector y sus cambios estructurales, en términos del uso y agotamiento de los recursos naturales. Aún, menos estudios han relacionado la dinámica del comercio exterior de los bienes agropecuarios y la influencia que los patrones de consumo externo han ejercido sobre el uso del agua. Estos vacíos pueden estar relacionados con el poco énfasis dentro de la tradición académica y de política pública que han tenido los estudios ambientales. Esta realidad explica en parte, la poca instrumentación existente para estimar la cantidad de recursos naturales involucrados en la actividad económica y posibilitar así integrar el análisis socioeconómico con el ambiental. Precisamente, este trabajo tiene como propósito el de contribuir a cuantificar y evaluar los impactos en el uso del agua en la agricultura asociados a los diferentes cambios en el modelo de desarrollo de la

economía colombiana entre 1961 y 2004, haciendo especial énfasis en el papel que en ello ha jugado como dinamizador de estos usos el comercio internacional. Este periodo comprende buena parte de la historia económica contemporánea colombiana y recoge dos importantes acontecimientos producidos en la economía nacional: i) El cambio generado a finales de los sesenta de un modelo proteccionista con énfasis hacia el mercado interno basado en la sustitución de importaciones y apoyado institucionalmente por la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas), a un modelo de promoción de exportaciones, donde el liderazgo institucional fue asumido por los organismos internacionales de crédito como el FMI, el BM y el BID. ii) El proceso de apertura económica y liberalización comercial iniciado en 1990.

El artículo está organizado como sigue. Después de esta introducción se presenta la metodología e información utilizada para el desarrollo del trabajo. En el punto tres, se entregan los resultados y análisis de la investigación en términos de la estimación del consumo de agua por parte de la agricultura colombiana; los flujos de “agua virtual” exportados por el país y el balance comercial de agua virtual agrícola que nos permite conocer el patrón de especialización hídrica de la agricultura nacional. Finalmente, se presentan las conclusiones y la bibliografía.

## 2. Materiales y métodos

El concepto de “sostenibilidad fuerte” usado por la economía ecológica, requiere de indicadores biofísicos que permitan identificar el grado de agotamiento y uso de los recursos naturales dado que en la práctica, la sostenibilidad dependerá del tamaño que la economía ocupe dentro del conjunto de la biosfera (Giljum 2003). Una buena forma de medir ese tamaño o “escala” en términos físicos, es cuantificar la cantidad de recursos naturales que requiere una actividad económica; ello permite tener indicadores que ayuden a interrelacionar el subsistema económico con la biosfera. Con este propósito se han desarrollado los conceptos



de “huella hídrica” (water footprint) y “agua virtual”, los cuales tienen un enfoque orientado por la demanda y el consumo<sup>1</sup>.

La “Huella Hídrica” (*HH*) [ $m^3/año$ ] es definida como el volumen total de agua necesaria para producir los bienes y servicios consumidos y exportados por los individuos, las empresas o los países. Así, este concepto incluye el agua requerida para la producción de los bienes exportados, que aunque no son consumidos internamente, si son producidos dentro de la geografía nacional y por tanto consumen agua del país de referencia. Dado que no todos los bienes consumidos en un país son producidos en ese país, 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 o exportados por los habitantes de ese país; y la “huella hídrica externa” (*HHE*), que equivale al volumen de agua usada en otros países para producir los bienes y servicios importados y consumidos por los habitantes del país referenciado (Chapagain y Hoekstra 2004). La *HHI* representa la suma del volumen de agua usada en la economía nacional en los sectores agrícola (*HHA*), manufacturero (*HHM*) 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 (ton/ha) y multiplicado por la “Producción” (ton/año) de cada cultivo. Donde los  $RAC_c$  son el resultado de parámetros climáticos (evapo-transpiración) y del Coeficiente de Absorción del Cultivo ( $K_c$ ) (Allen et al. 1998)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Las estadísticas tradicionales sobre el uso del agua se basan en un enfoque de oferta, lo cual genera limitaciones para identificar las necesidades de agua relacionadas con los patrones de consumo y las actividades económicas de un país.

<sup>2</sup> Este método asume que los requerimientos de agua de los cultivos están completamente satisfechos, lo cual conduce a una sobreestimación del uso actual de agua por cultivo. Al mismo tiempo, se subestima las necesidades de agua al excluir las pérdidas en la irrigación y los requerimientos de drenaje del análisis. Frente a este último punto, acorde a datos de la FAO, las ineficiencias en los sistemas de riego a nivel mundial pueden alcanzar entre 60-70%. Por tal razón, creemos que de todas maneras el método estaría subestimando la *HHA*, por lo cual deberíamos diferenciar entre *HHA neta*, que es la que se calcula con esta metodología y *HHA bruta*, que es la que incluiría las ineficiencias del riego.

La “huella hídrica” es un concepto que ha sido desarrollado en analogía al concepto de “huella ecológica” que fue introducido en la segunda mitad de los noventa (Wackernagel y Rees 1996, Wackernagel et al. 1997). La “huella ecológica” de una población representa el área de tierra productiva y de ecosistemas acuáticos requeridos para generar los recursos usados y asimilar los desperdicios producidos, por una cierta población para un específico estándar material de vida. Mientras que la “huella ecológica” muestra el área necesaria para sostener la vida de las personas, la “huella hídrica” indica el volumen de agua anual requerido para sostener la población bajo ese estándar de vida. La primera valoración de la “huella hídrica” fue elaborada por Hoekstra y Hung (2002). Una mejor estimación fue hecha por Chapagain y Hoekstra (2003). Y, la más reciente y amplia valoración se hizo en 2004, la cual cubre más productos, usa bases de datos más completas y refina la metodología (Chapagain y Hoekstra, 2004).

Por su parte, el “Agua Virtual” (*AV*) [ $m^3/ton$ ] es definida como el volumen de agua requerido para producir un bien o servicio. En el caso de la agricultura, es la división entre el total de agua usada para la producción de un cultivo *c* y el total de toneladas producidas de ese cultivo. Este concepto fue introducido por Allan (1993, 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 recurso hídrico en los países. La importación de agua virtual ha sido por consiguiente también llamada “agua exógena” (Haddadin 2003). 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 en un producto es insignificante si se compara con el *AV*.

La evolución de este indicador permite identificar además los rendimientos en el uso del agua por tonelada de cultivo producida.



En la práctica, estos rendimientos corresponden al volumen neto de agua usada puesto que no incluyen las ineficiencias en los sistemas de riego<sup>3</sup>. En consecuencia, las eficiencias en el uso de agua son debidas a mejoras en la productividad (ton/ha). Igualmente, este indicador ayuda a determinar el “Balance de Agua Virtual Agrícola” (BAVA) de los productos de este sector en un país. El BAVA equivale a la diferencia entre el “Agua Virtual Agrícola Importada” (AVAI)<sup>4</sup> [ $m^3/año$ ] y el “Agua Virtual Agrícola Exportada” (AVAE) [ $m^3/año$ ]. Si el balance es positivo, esto implica una cantidad de agua virtual neta que ha sido traída al país y si es negativo, esto corresponde a una exportación neta de agua virtual. Un desbalance externo hídrico, muestra la presión que sobre el recurso agua ejercen los consumos de otros países a través del comercio internacional, correspondiendo ello también a otra cara de la deuda ecológica, la cual puede expresarse a través de las externalidades negativas (contaminación) generadas para producir los bienes agrícolas exportados y por su respectivo costo de oportunidad. Mayor detalle sobre la metodología de estimación de la HHA y del AV puede verse en la Figura 1.

La información básica para el desarrollo de este trabajo proviene de dos fuentes estadísticas principales. Los datos relacionados con la producción y los rendimientos agrícolas de los diferentes productos tanto totales como los dirigidos al mercado externo, son tomados de las estadísticas “on-line” de la FAO (FAOSTAT). Por su parte, los datos básicos para la estimación de la “huella hídrica” y el “agua virtual”, tales como la evapotranspiración y el coeficiente de absorción ( $K_c$ ), son obtenidos del trabajo realizado para estimar la “Huella Hídrica” de las Naciones de UNESCO-IHE (Chapagain y Hoekstra 2004; Volumen 1 y 2).

<sup>3</sup> Esto puede significar que los rendimientos son “teóricos”, pues están asociadas al método de estimación. Al considerar estable en el tiempo los requerimientos de agua por cultivo, ello supone una cantidad fija de agua por ha. Así, al aumentar el rendimiento de los cultivos, se produce un descenso en el AV por ha cultivada.

<sup>4</sup> Volumen de agua usada para producir los bienes importados acorde a las condiciones del país exportador.

Este estudio estima la evapotranspiración promedio diario mensual en Colombia para el periodo 1997-2001 y el  $K_c$  por cultivo lo retoma de estudios de la FAO. En este caso, se supuso datos similares para todo el periodo de análisis. Ninguna de estas dos fuentes de información incluye los cultivos ilícitos ni la floricultura dentro de sus estadísticas<sup>5</sup>.

El periodo a analizar hace referencia a 1961-2004. Sin embargo, cuando se trata de las exportaciones el periodo va hasta 2003, dado que para este caso, la FAO solo tiene información hasta ese año. De todas maneras, este rango de tiempo abarca más de 40 años de información que cubren un periodo amplio de la dinámica económica contemporánea de la agricultura colombiana, pasando por periodos de importante transformación de la economía nacional.

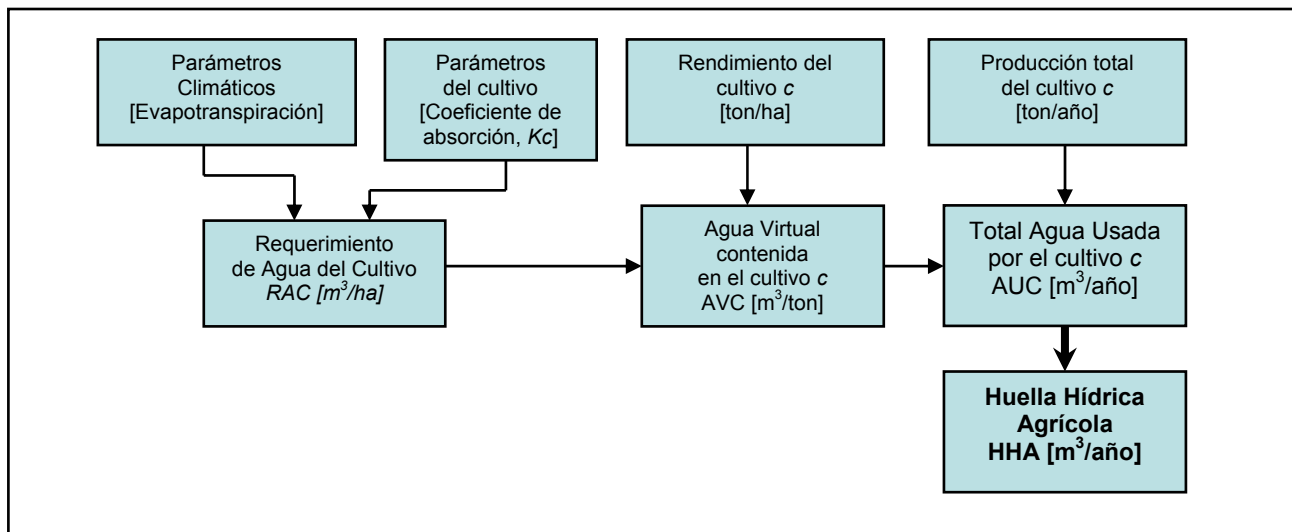
### 3. Resultados y discusión

La identificación de las relaciones entre la dinámica económica, el comercio internacional agrícola y el uso del agua en la agricultura colombiana, se desarrolla en tres puntos: i) Estimación de la demanda de agua de la agricultura o “Huella Hídrica Agrícola” (HHA); ii) Estimación de los flujos de “agua virtual” asociados a las exportaciones colombianas. Este dato permite identificar la presión de la demanda externa sobre el uso del recurso hídrico; iii) Para conocer la senda de especialización de la economía colombiana en términos del recurso hídrico y determinar los términos ecológicos de intercambio, se estimó el “Balance de Agua Virtual Agrícola” (BAVA).

<sup>5</sup> Las implicaciones de no incluir estos dos tipos de cultivos en la estimación de la HHA y el AV exportada pueden ser importantes. Por un lado, aunque el área sembrada de flores en Colombia no es muy alta (6.500 ha), el uso del agua si es intensivo. Por su parte, el área sembrada de cultivos ilícitos asociados al narcotráfico acorde a nuevas metodologías de medición realizadas por EEUU es más elevado del que se creía. Para el 2005 alcanzó 135.000 ha. Sin embargo, se desconocen los requerimientos de agua por cultivo para estimar la demanda de agua de ambos bienes agrícolas que tienen como su principal destino el mercado externo.



Figura 1. Etapas para estimar la Huella Hídrica y el Agua Virtual de la Agricultura



Fuente: (Chapagain y Hoekstra, 2004).

### 3.1 La huella hídrica de la agricultura colombiana en el periodo 1961-2004

La Figura 2 presenta los resultados de la *HHA* para Colombia en todo el periodo analizado e igualmente presenta su tendencia logarítmica. Por una parte, la cantidad de agua usada por la agricultura colombiana alcanzó para el 2004 una cifra equivalente a 32 Gm<sup>3</sup> (una “Giga” equivale a mil millones), sin incluir las pérdidas e ineficiencias de los sistemas de riego. Si suponemos ineficiencias del 60%, el uso del agua por parte de la producción agraria ascendería a 36,6 Gm<sup>3</sup> en 2004<sup>6</sup>. Lo que es claro señalar en esta gráfica es que el volumen de agua usada por la actividad agrícola colombiana ha tenido un crecimiento continuo a lo largo del periodo estudiado con algunos picos importantes y con un descenso significativo durante el proceso de apertura económica iniciado en los noventa. La *HHA* (neta) pasó de 23,1 Gm<sup>3</sup> en 1961 a 32 Gm<sup>3</sup> en 2004, significando ello un crecimiento de 8.9 Gm<sup>3</sup> para todo el periodo (0,9% promedio anual).

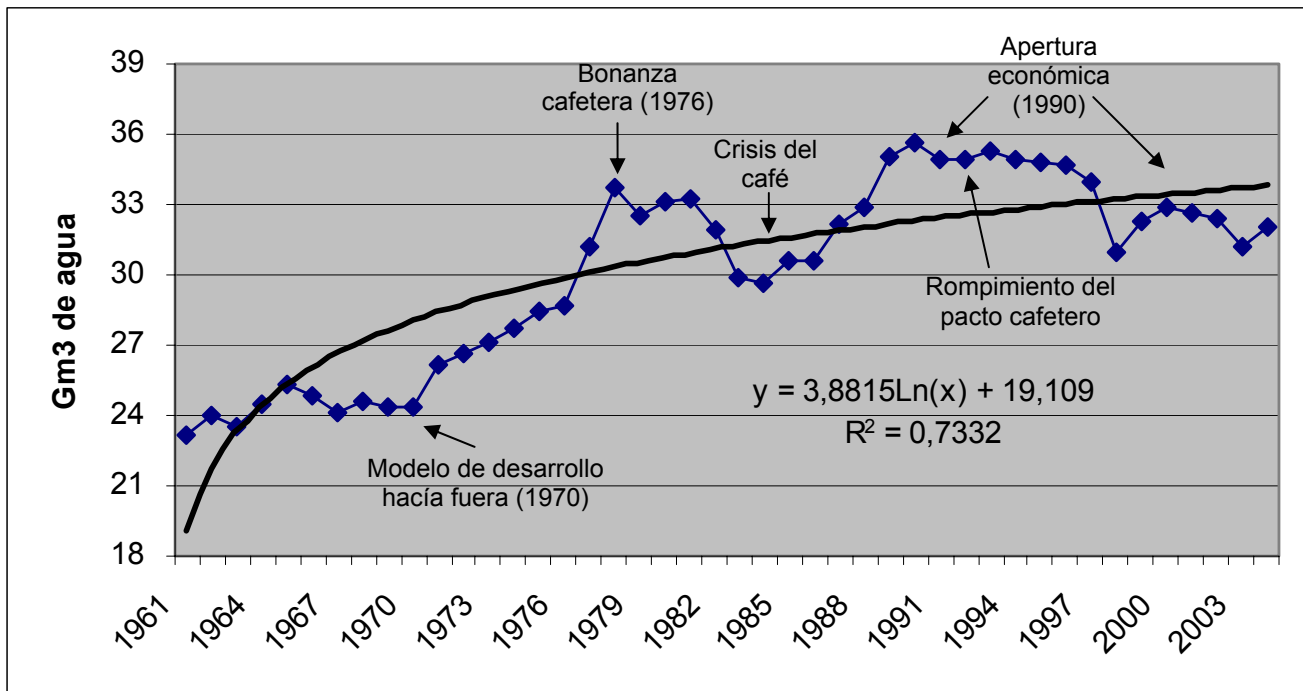
Esta dinámica en la demanda de agua esta explicada por dos hechos importantes: i) El crecimiento económico, que se refleja a través del crecimiento del área sembrada y de la producción agrícola, y ii) El cambio estructural asociado al cambio de tipo de cultivos. En el primer caso, el área sembrada pasó de 3,1 a 3,9 millones de ha (0,6% anual) y la producción de 19,6 a 60,1 millones de ton (4,7% anual) entre 1961 y 2004. Por otra parte, la estructura de producción agrícola dio un viraje hacia cultivos más intensivos en el uso del agua como son los cultivos permanentes, muchos de ellos vinculados al sector exportador (caña de azúcar, café, palma aceitera, banano y plátano), en detrimento de los cultivos temporales. Así, mientras en 1961 los primeros ocupaban el 66% del área sembrada, para el 2004 pasaron a ocupar el 75% de la misma.

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 Gm<sup>3</sup> de agua, para a partir de ahí, descender hasta 29.7 Gm<sup>3</sup> en 1984. Este comportamiento estuvo asociado al ciclo productivo del café, el cual, además de ser el principal usuario de agua agrícola al demandar el 25% de la misma, tuvo una dinámica creciente en el uso del agua hasta 1978 donde alcanzó 12 Gm<sup>3</sup>; a partir de este punto descendió su consumo hasta 10.1 Gm<sup>3</sup> en 1985.

<sup>6</sup> Mientras el primer dato corresponde a la *HHA neta* el segundo hace referencia a la *HHA bruta*. La ineficiencia asumida corresponde solo al área de tierra que utiliza riego. Esta alcanzó en Colombia para 2004 un 23,8% del total de territorio sembrado.



Figura 2. Huella Hídrica de la Agricultura Colombiana (1961-2004). Volumen de agua usada por la actividad agrícola ( $Gm^3$ )



Fuente: Cálculos propios con base en FAOSTAT y Chapagain y Hoekstra (2004)

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. Esto muestra, una alta elasticidad del uso del agua con respecto a las dinámicas externas de los principales productos de exportación agrícola. El otro periodo a rescatar es el de la apertura económica (1990-2004). En este periodo se produce un descenso importante en la cantidad de agua usada al pasar de  $35,6 Gm^3$  en 1990 a  $32 Gm^3$  en 2004, diferencia que significó un ahorro de agua para el país cercano a  $3,6 Gm^3$ .

El descenso de la *HHA* durante el proceso de apertura económica tuvo tres explicaciones. i) La caída de la producción y del área cultivada de café explica el 54,4% ( $4,1 Gm^3$ ) de los ahorros de agua en este periodo. Este aspecto estuvo relacionado con el deterioro de los precios internacionales y el rompimiento del Pacto Cafetero en 1993. ii) Los cambios estructurales de la actividad agrícola colombiana al exponerse a la competencia internacional, generaron una

disminución importante de los cultivos con pocas ventajas comparativas. Esta reestructuración se saldó al final con una caída importante en el volumen de tierra cultivada (900 mil ha: 370 mil de café y 530 mil del resto) y consecuentemente en la cantidad de agua usada por la agricultura. Esta caída fue impulsada por los cultivos de cereales y leguminosas, al contribuir al ahorro de agua con un 21% ( $1,5 Gm^3$ ) y 8,3% ( $0,6 Gm^3$ ) respectivamente. iii) Un tercer elemento explicativo, es la mejora de la eficiencia en el uso (neto) de agua por unidad de producto asociada a las mejoras en la productividad (ton/ha). Esto se refleja en un descenso continuo del contenido de AV por tonelada. Sin embargo, esta dinámica no estuvo asociada exclusivamente al proceso de apertura económica.

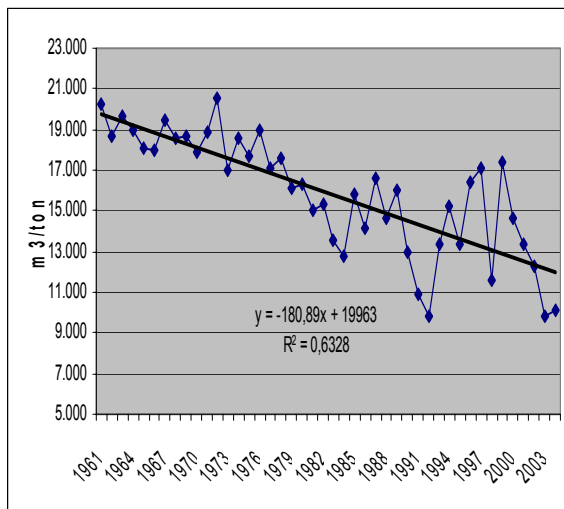
Precisamente, la Figura 3 muestra las mejoras en la eficiencia del uso (neto) de agua relacionadas con la mayor productividad para diferentes cultivos durante todo el periodo analizado. Por un lado, buena parte de las mejoras de eficiencia en el uso del agua son explicadas por la importante



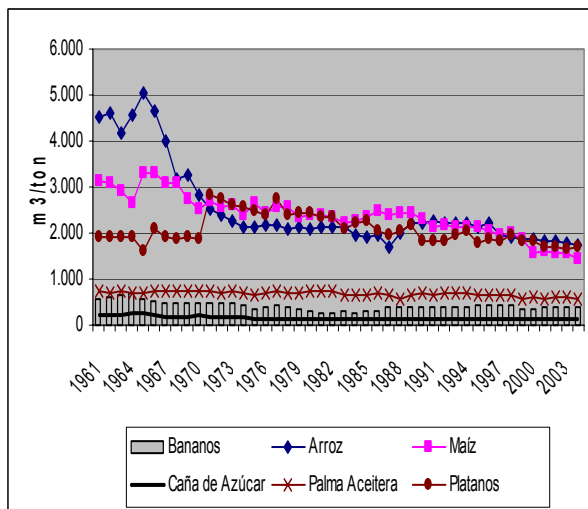
disminución del contenido de AV del cultivo del café, el cual pasó de usar 20.207 m<sup>3</sup>/ton en 1961 a 10.156 m<sup>3</sup>/ton en 2004 (Figura 3-A).

Figura 3. Contenido de agua virtual por tonelada producida en la agricultura colombiana: 1961-2004 (m<sup>3</sup>/ton)

A. Agua virtual de la producción cafetera



B. Agua virtual para diferentes cultivos



Fuente: Cálculos propios con base en Chapagain y Hoekstra (2004)

Esta cifra significó una disminución del 49,7% del total de agua usada por tonelada. Igualmente, la productividad del café se duplicó al pasar en el mismo lapso de tiempo de 541 ton/ha a 1.076 ton/ha, fenómeno asociado al proceso de intensificación o tecnificación de la producción cafetera iniciada en 1970 (Guhl 2004: 139). Paralelamente, los otros cultivos que usan

agua en forma intensiva, también han tenido una disminución de la presión sobre la HHA (Figura 3-B). El descenso en el AV incorporada por tonelada de producto es rescatable en: arroz que pasó de 4.536 m<sup>3</sup>/ton en 1961 a 1.759 m<sup>3</sup>/ton (61,1%); maíz de 3.115 m<sup>3</sup>/ton a 1.442 m<sup>3</sup>/ton (53,7%); caña de azúcar, de 233 m<sup>3</sup>/ton a 126 m<sup>3</sup>/ton (45,9%); bananos, al pasar de 573 m<sup>3</sup>/ton a 372 m<sup>3</sup>/ton (35,1%). No tan significativos fueron los descensos en el uso de agua por tonelada en: plátano (12,4%) y palma aceitera (24,8%). Estas mejoras en la eficiencia parecen llegar a sus límites para la mayor parte de los cultivos en los últimos años del análisis, principalmente a partir de 1986. Límites estos que se asocian igualmente, al estancamiento de la productividad agrícola.

### 3.2 La presión del sector externo sobre la huella hídrica agrícola en Colombia

Un objetivo importante de este trabajo es determinar de qué manera el sector externo contribuye a la formación de la HHA colombiana. Al mismo tiempo, es necesario identificar los principales productos de exportación agrícola que ayudan a explicar la HHA. La Figura 4-A muestra la importante dinámica del AV incorporada en la producción agrícola para exportación en Colombia entre 1961 y 2003. Se observa una tendencia creciente a lo largo del periodo, aunque con ciclos ascendentes y descendentes muy cortos, y con una importante caída en los últimos 4 años<sup>7</sup>. Mientras para el primer quinquenio (1961-1965) la cantidad de AV exportada promedió los 7,2 Gm<sup>3</sup>, para el último quinquenio (1999-2003) fue de 9,9 Gm<sup>3</sup>. Por su parte, cuando se analiza la contribución del sector externo al volumen total de agua consumida por la actividad agrícola nacional se encuentra un comportamiento irregular, aunque con una ligera tendencia a crecer en su participación, al pasar su promedio de 30% en los primeros cinco años a 31% para el último quinquenio.

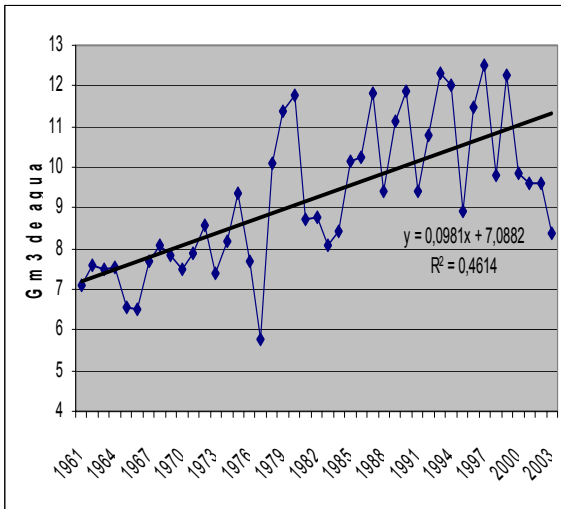
<sup>7</sup> Este descenso es explicado por las mejoras en la productividad agraria, sobre todo en café, que condujeron a una mayor eficiencia en el uso (neto) de agua, al pasar de 604 m<sup>3</sup>/ton en 2000 a 533 en 2004.



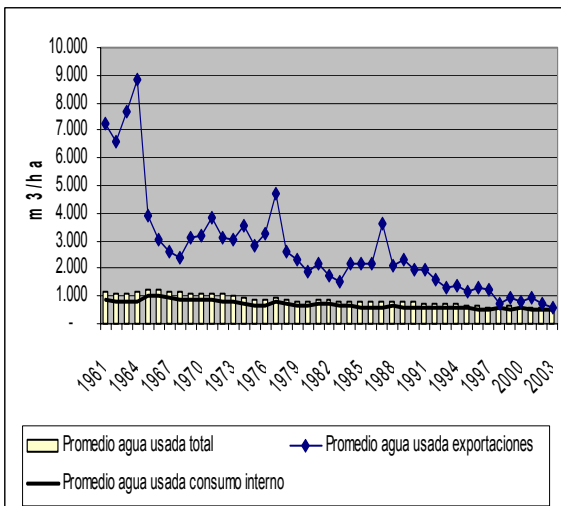


Figura 4. Presión del mercado externo sobre el uso del agua para la agricultura en Colombia (1961-2003)

A. Volumen total de agua virtual agrícola exportada (Gm<sup>3</sup>)



B. Agua virtual por tonelada de producción agrícola acorde a destino de consumo (m<sup>3</sup>/ton)



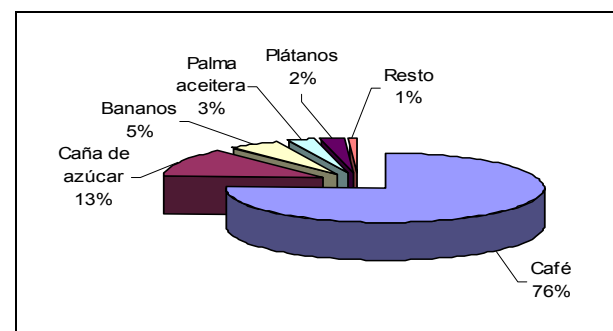
Fuente: Cálculos propios con base en Chapagain y Hoekstra (2004)

La Figura 4-B por su parte, presenta los rendimientos en el uso (neto) de agua por tonelada tanto para las exportaciones como para la producción nacional. La gráfica indica que los productos agrícolas para exportación usan de manera más intensa el recurso hídrico. Pero igualmente, es en esta actividad donde se ha producido las mayores mejoras en los rendimientos en el consumo (neto) de agua<sup>8</sup>. Así, el volumen de AV de las

exportaciones paso de 7.215 m<sup>3</sup>/ton en 1961 a 570 m<sup>3</sup>/ton, lo cual significó una reducción de 6.645 m<sup>3</sup>/ton (92%). Esto se asocia a que el principal usuario del agua para los cultivos exportados, el café, es también el que más ha mejorado la eficiencia en el uso del agua (Figura 3-A). Igualmente, el AV agrícola para consumo interno ha tenido una reducción importante, al pasar de 862 m<sup>3</sup>/ton en 1961 a 520 m<sup>3</sup>/ton en 2003, cifra que representó un descenso de 39.7%.

Finalmente, al incorporar en el análisis la estructura de la demanda de agua por tipo de cultivo cuya producción es destinada a la exportación, se aprecia el gran peso que tiene el café en la misma (Figura 5). El consumo de agua para la producción cafetera representa el 76% de toda el agua virtual utilizada en la producción para la exportación agrícola. Por su parte, la caña de azúcar le sigue en importancia con una demanda equivalente al 13% del consumo total para exportación, mientras los bananos consumen cerca del 5% del agua virtual incorporada. Los otros cultivos utilizan 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 "stress" hídrico de muchas de las cuencas hidrográficas del país.

Figura 5. Contribución de los diferentes cultivos al volumen de agua usada para la exportación agrícola (Promedio 1999-2003, %)



Fuente: Cálculos propios con base en Chapagain y Hoekstra (2004)

<sup>8</sup> Ello se explica igualmente porque la productividad por hectárea, aumentó más en los cultivos para exportación que en los dirigidos al mercado interno. La primera lo

hizo a un promedio anual de 15.5% y la segunda a solo 2.5%.



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

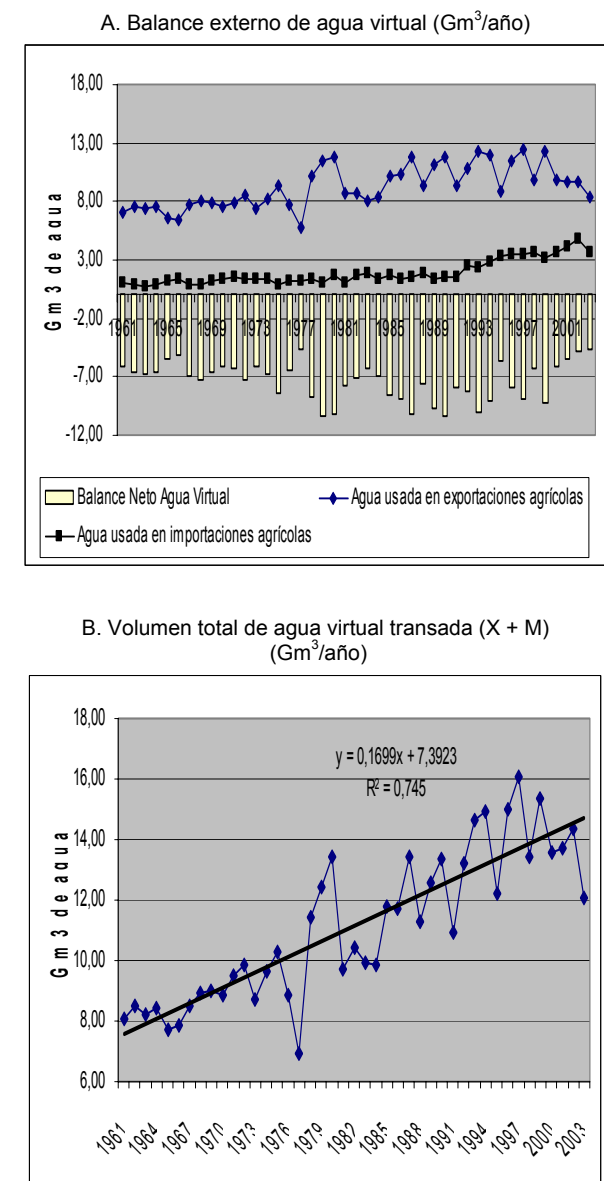
El Balance Comercial de Agua Virtual Agrícola (BAVA) es el resultado de restar al AV agrícola importada ( $M_a$ ), el AV usada para las exportaciones agrícolas ( $X_a$ ). Este Balance identifica si hay una salida neta de recursos hídricos de un país a otro. La Figura 6-A presenta el BAVA para Colombia durante el periodo 1961-2003, indicando un continuo déficit de AV de la economía agrícola nacional. Así, a lo largo de este periodo han salido del país rumbo al resto del mundo en términos netos, un total de  $317 \text{ Gm}^3$  de AV, de los cuales  $105 \text{ Gm}^3$  (33,1%) corresponden al proceso de apertura económica (1990-2003). 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.

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 recurso importado. Este modelo de especialización “agua-intensivo” implica un mayor coste físico de reposición y por ende más energía y materiales incorporados, con lo cual, la carga ambiental asumida por Colombia relacionada con el comercio internacional es mayor que la de los países donde provienen nuestras importaciones.

El comercio internacional 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. Este balance deficitario de AV indica que para mantener los niveles de consumo de otras partes del mundo, Colombia está asumiendo mayores costos ambientales asociados al mayor uso del recurso hídrico y sus respectivos costos de oportunidad, aspectos que no son reconocidos en los precios de los bienes agrícolas exportados.

Figura 6. Balance Externo neto de agua virtual y Volumen de Agua Virtual incorporada en el total de transacciones internacionales de la agricultura colombiana (1961-2003)



Fuente: Cálculos propios con base en Chapagain y Hoekstra (2004)



La presión del país por alcanzar mayores niveles de desarrollo junto a la necesidad de pagar la deuda externa, obliga a explotar al máximo sus 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 tienen con Colombia producto del comercio internacional.

Por su parte, el contenido de AV importado también creció en forma sostenida a lo largo del periodo analizado al pasar de 1 Gm<sup>3</sup> en 1961 a 4,2 Gm<sup>3</sup> como promedio para los últimos dos años, lo cual equivale a un crecimiento cercano al 334%. Además, la dinámica de crecimiento del AV importada adquiere mayor impulso a partir del proceso de apertura económica (1990). En este lapso de tiempo, paso de 1,5 Gm<sup>3</sup> para 1990 a 4,2 Gm<sup>3</sup> como promedio para los últimos dos años. Una primera lectura indica que la liberalización comercial (1990-2003), y su proceso de especialización asociado, permitieron trasladar parte de la carga ambiental, en términos del AV, al resto del mundo.

Sin embargo, una mirada que comprenda el punto de vista de la sostenibilidad global, encuentra que para este periodo se dinamizó tanto el AV importada como la exportada. Es decir, la carga ambiental total, que corresponde al total de AV transada por el comercio exterior agrícola colombiano (X + M), se ha incrementado a lado y lado de las fronteras producto de la liberalización comercial (Figura 6-B). Ello muestra que la liberalización económica contribuye de manera importante al deterioro ambiental a nivel mundial ("efecto escala"), pues aumenta la cantidad de recursos materiales que se movilizan con el crecimiento del comercio internacional en un mundo de recursos finitos (Pérez, 2004).

#### 4. CONCLUSIONES

- La actividad económica agrícola colombiana, tanto para el mercado externo

como para el mercado interno, ha incrementado la presión sobre el recurso hídrico a ritmos anuales cercanos al 1% en promedio. Así, la demanda de agua para la agricultura (*HH*) pasó de 23,1 Gm<sup>3</sup> en 1961 a 32 Gm<sup>3</sup> en 2004, sin incluir las pérdidas e ineficiencias en los sistemas de riego.

- La *HH* colombiana, es altamente sensible a los cambios en las condiciones externas de nuestros principales productos de exportación. Los principales ciclos ascendentes y descendentes en el consumo total de agua se asocian a cambios en el mercado externo. La presión de la demanda externa sobre la *HH* es significativa (31%) y creciente. La cantidad de AV exportada creció en 2,7 Gm<sup>3</sup> (0,9% promedio anual).
- La globalización e internacionalización de la economía disminuyen la gobernabilidad de los países y territorios para reducir las presiones ambientales e implementar políticas de Manejo Integral del Recurso Hídrico.
- La apertura económica iniciada en los noventa tuvo un efecto ambiental positivo al disminuir la demanda de agua requerida para el uso agrícola, produciendo un ahorro de 3,6 Gm<sup>3</sup>. Ello se explica por tres fenómenos complementarios: i) El descenso de la producción y del área sembrada cafetera por la crisis de los precios internacionales del grano y el rompimiento del Pacto Cafetero. ii) El cambio en la estructura productiva agrícola por la competencia internacional. iii) Las mejoras de eficiencia en el uso del agua, asociadas a las mejoras en la productividad agrícola (ton/ha).
- Las mejoras en la productividad agrícola arrastran mejoras en la eficiencia en el uso del agua por ton para casi todos los cultivos destacándose el café. De 1.180 m<sup>3</sup>/ton en 1961, se pasó a 533 m<sup>3</sup>/ton en 2004 como promedio para todos los cultivos. El café paso de 20.207 a 10.156 m<sup>3</sup>/ton para el mismo lapso de tiempo.



- La estructura de consumo de agua por tipo de cultivos, en donde el 68% del agua utilizada corresponde a café, plátanos, caña de azúcar y arroz, permite focalizar hacia ellos los objetivos de política de uso racional del agua en la agricultura colombiana.
- Aunque la cantidad de agua usada por tonelada para los cultivos de exportación es mayor, las mejoras en la eficiencia también fueron más significativas. El AV por tonelada de producto exportado paso de 7.215 m<sup>3</sup>/ton en 1961 a 570 m<sup>3</sup>/ton.
- El déficit físico externo de AV de la agricultura colombiana, alcanzó para todo el periodo 317 Gm<sup>3</sup>. Este déficit esta asociado al proceso de especialización productiva que hace que el país, aprovechando las ventajas comparativas, se especialice en la exportación de productos “agua-intensivos” y en la importación de bienes agrícolas “agua-extensivos”. Este patrón de especialización sustenta lo planteado por la economía ecológica al extender el planteamiento de Prebisch al campo ambiental. Por un lado, la división internacional del trabajo “Centro-Periferia” corresponde no solo al intercambio de bienes y capital sino al intercambio biofísico, en el cual, los países del Sur proveen los requerimientos de materia (incluyendo agua) y energía para que los países del Norte desarrollen su metabolismo socioeconómico (Pérez 2004 y 2006). Por otro lado, se produce un intercambio ecológicamente desigual, pues para mantener los niveles de consumo de otras partes del mundo, Colombia asume mayores costos ambientales dado el mayor uso del recurso hídrico y su contaminación respectiva.
- Esta realidad corresponde a la cara visible de la deuda ecológica. La deuda invisible se expresa en tres aspectos: i) La no contabilización del agua virtual incorporada relacionada con las ineficiencias del riego agrícola. Ello hace que el déficit real deba ser mayor; ii) El costo de oportunidad asociado a otros usos tanto antrópicos como ecológicos; iii) Los efectos en la calidad del recurso relacionados con la contaminación agrícola, la cual contribuye a su deterioro por el uso de fertilizantes y plaguicidas.
- Una mirada global de la dinámica del comercio agrícola colombiano permite apreciar que el proceso de apertura económica aumentó el efecto escala del comercio internacional. La *HHA* total de exportaciones e importaciones pasó de 8 Gm<sup>3</sup> en 1961 a 13,2 Gm<sup>3</sup> en 2003. Esto respalda el argumento de que la liberación comercial intensifica la explotación y uso de recursos naturales a lado y lado de las fronteras intensificando el “efecto escala” del comercio y afectando la sostenibilidad vista a nivel planetario.
- En ese sentido, la política económica de apertura comercial puede afectar el cumplimiento de las metas del milenio planteadas por Naciones Unidas, por el aumento de la presión y los conflictos por el uso del agua, dada la intensificación de la demanda de agua a lado y lado de las fronteras.
- Se resalta la importancia del uso de metodologías de cuantificación biofísica como instrumento para mirar el tamaño de la economía dentro de la biosfera y como una herramienta que permite integrar la información ambiental con la socioeconómica. Sin embargo, también se aprecia una debilidad en la metodología de la *HHA*. Al no incluir los niveles de ineficiencia en los sistemas de riego, se subestima la demanda de agua de la agricultura. Igualmente, puede resultar excesivo el supuesto de que los aumentos en la productividad agraria se traducen enteramente en mejoras en eficiencias en el uso del agua en los cultivos.
- La planificación y gestión de cuencas hídricas, 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 a pesar de aplicar una visión más amplia e integral también supone cierta independencia entre regiones y países. El concepto de sostenibilidad y 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 importancia el uso de instrumentos de contabilización biofísica como la *HHA* y el *AV*, para la planificación económico-ambiental de nuestros territorios, tanto a nivel nacional como de cuencas y microcuencas.

- 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. El concepto de “costos ambientales desplazados” por una nación y asumidos por otra, permite establecer una conexión clara entre consumo y producción que rompe el concepto tradicional de sostenibilidad, entendido como un comportamiento asociado a la producción local. El traslado de los efectos ambientales de un país a otro, es facilitado por la “distancia física y social” que existe en un mundo cada vez más globalizado entre los que toman las decisiones y los que las sufren. 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.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los revisores quienes con sus comentarios ayudaron a mejorar este artículo.

## REFERENCIAS

Allan, J.A., 1993. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. En: *Priorities for water resources allocation and management*, ODA, London, pp. 13-26.

Allan, J.A., 1994. Overall perspectives on countries and regions. En: *Rogers, P. and Lydon, P. Water in the Arab World: perspectives and prognoses*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65-100.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., y Smith, M., 1998. *Crop evapotranspiración – Guidelines for computing crop water requirements* – FAO Irrigation and drainage

paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm> 1 Abril 2004.

Chapagain, A.K. y Hoekstra, A.Y., 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of water research report series No. 13, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report13.pdf>.

Chapagain, A. K. y Hoekstra, A.Y., 2004. *Water Footprints of Nations. Volume 1: Main Report. Value of Water, Research Report Series No. 16, November. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.* <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16.pdf>. The Netherlands.

FAOSTAT ([www.faostat.com.co](http://www.faostat.com.co))

Giljum, S., 2003. *Biophysical dimensions of North-South trade: material flows and land use, Cap. I. Introduction. Doctoral Thesis. Viena.*

Guhl, Andrés, 2004. *Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana, 1970-1997.* En: *Rev. Cenicafé*, Vol. 55, no. 1, págs. 34-59.

Haddadin, M.J., 2003. Exogenous water: a conduit to globalization of water resources. En: Hoekstra, A.Y. 'Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade', Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report112.pdf>.

Hauwermeiren, Saar Van, 1998. *Manual de Economía Ecológica. Programa de Economía Ecológica, Instituto de Ecología Política, Santiago de Chile.*

Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q., 2002. 'Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade', Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report111.pdf>.

Karlson, R., 1995. *Recycling in life cycle assesments. Tesis doctoral, Chalmers University of Thecnology, Göteborg, Suecia, diciembre.*

Martínez Alier, J. y Roca Jusmet, J., 2001. *Economía Ecológica y Política Ambiental. FCE. México.*

Muradian, R. y Martínez-Alier, J., 2001. Trade and the environmental: from a “Southern” perspective. En: *Ecological Economics* 36, 281-297.

Muradian, R., O'Connor, M. y Martínez-Alier, J., 2002. Embodied Pollution in Trade: Estimating the “environmental load displacement” of Industrialized Countries. En: *Ecological Economics*, 41, 51-67.

OECD, 1997. *Globalization and Environment: preliminary perspectives.* OECD, Paris.

Pérez, M., 2004. *Dimensiones biofísicas del Comercio Exterior Colombiano: evidencias del intercambio ecológicamente desigual para el período 1970-2002.*



En: Economía Industrial No. 352. pp. 95-120. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Vol. IV, Diciembre. Madrid, España.

Pérez, M., 2006. Colombian international trade from a physical perspective: towards an ecological "Prebisch thesis". *Ecological Economics*: 59: 519-529.

Røpke, I., 1993. Comercio, desarrollo y sustentabilidad: una evaluación crítica del "dogma del libre comercio". En *Ecológica Política* No. 5, Barcelona, España.

Wackernagel, M. y Rees, W., 1996. Our ecological footprint: reducing human impact on the Earth. New Society Publishers, Gabriola Island, B.C., Canada.

Wackernagel, M., Onisto, L., Linares, A.C., Falfan, I.S.L., García, J.M., Guerrero, I.S. y Guerrero, M.G.S., 1997. Ecological footprints of nations: how much nature do they use? How much nature do they have? Centre for Sustainability Studies, Universidad Anahuac de Xalapa, México.

World Bank, 2001. Global economic prospects and developing countries 2002. World Bank, Washington.

WTO, 1999. Trade and Environment. Special studies. No. 4. World Trade Organization, Genova.