



**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 69
María Cristina Vallejo G.



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



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 4

EL AGUA VIRTUAL Y EL METABOLISMO HÍDRICO: UN INSTRUMENTO PARA GESTIONAR LOS RECURSOS HÍDRICOS

Esther Velázquez*

INTRODUCCIÓN

La reflexión que deseamos compartir parte de la idea planteada por muchos economistas ecológicos sobre la necesidad de atreverse a pensar bajo nuevas premisas y alternativas. Así, en palabras de Aguilera (1996):

“el problema consiste en que enseñados y acostumbrados a pensar bajo las premisas dominantes, dar el paso de atreverse a pensar bajo las premisas alternativas no es nada fácil. Primero, porque es más cómodo seguir con la rutina habitual, y segundo porque, en el fondo, no sabemos cómo pensar bajo las nuevas premisas, ya que esto exige dejar de ser solo economistas o solo sociólogos o solo... lo que sea, es decir exige romper las barreras departamentales y disciplinares para pensar en términos transdisciplinares, algo que supone, además de un atrevido reto intelectual, un reto a los intereses académicos establecidos”.

De la misma forma pero con otras palabras, Mishan (1970) también planteaba, hace ya años, que es necesario “convencer a la gente de la necesidad de un cambio radical en la manera habitual de observar los acontecimientos económicos”.

Así pues, en este documento planteamos bajo las premisas de la economía ecológica, en primer lugar, el problema de la gestión del agua; en segundo lugar, detallamos el enfoque desde el cual, enten-

* Profesora de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España.
evelalo@upo.es



demos, habría que abordar un estudio como éste; en tercer lugar, presentamos una nueva metodología para abordarlo; en cuarto lugar, describimos los resultados centrales sobre el agua virtual como instrumento para gestionar los recursos hídricos; y finalizamos con unas reflexiones generales derivadas de este estudio.

PLANTEAMIENTO Y ANTECEDENTES

El agua es un recurso natural más, como puede ser el petróleo o el gas; sin embargo, entendemos que además es un elemento esencial para la vida y desempeña otras funciones que la diferencian de la mayoría de los recursos naturales. Siguiendo esta línea de pensamiento, y abriendo nuevos caminos, economistas como Aguilera (1995) defienden que “el agua es mucho más que un factor de producción”, ya que satisface otras necesidades, además de las puramente económicas, y cumple una serie de funciones –como abastecer al sistema natural, al sistema económico, servir de vehículo de evacuación y consolidarse como fuente de energía–, según la definición de Zimmerman (1967).

En consecuencia, el agua deja de ser considerada únicamente un recurso más para pasar a ser entendida como un activo ecosocial (Aguilera, 1994). Esta idea nos lleva inexorablemente a no desligar el recurso del territorio por el que discurre, siendo necesarios nuevos planteamientos que integren conceptos económicos, ambientales, geográficos y territoriales, sociales, tecnológicos e institucionales.

La idea que planteamos es la siguiente. En las regiones secas del planeta, donde se enfrentan a problemas de escasez física, social, económica¹ y de asignación del recurso a distintos usos, es necesario idear nuevas formas de aliviar la presión sobre los recursos hídricos. Existen regiones, como la andaluza, en el sur de España (entre otras muchas), caracterizadas por una fuerte escasez que, sin embargo, presentan una especialización productiva intensiva en agua (Velázquez, 2006), con una fuerte exportación de este recurso (Dietzenbacher y Velázquez, 2006; Velázquez, 2007).

Es difícil, costoso y muchas veces insostenible el traslado de grandes masas de agua física de unas regiones a otras; igualmente, son elevados los costes económicos, sociales y ambientales de la construcción de infraestructuras hidráulicas para incrementar una oferta de agua que siempre termina por quedarse pequeña ante la sempiterna insatisfecha demanda.

1 Para profundizar en las diferencias entre tipos de escasez, ver Aguilera (1994).

En esta reflexión apoyamos las voces que plantean la alternativa de utilizar el agua virtual como forma de aliviar la presión sobre los recursos hídricos. Parece más razonable importar aquellos productos que para un territorio determinado tienen un alto coste en agua y exportar aquellos otros que se pueden producir con bajos requerimientos del recurso.

ENFOQUE CONCEPTUAL

Entendemos que la gestión de los recursos hídricos ha de realizarse bajo las premisas de la economía ecológica,² y únicamente bajo tres pilares que, en nuestra opinión, son fundamentales: a) análisis sistémico-coevolutivo; b) enfoque eointegrador; c) nueva cultura del agua. De cada uno de ellos se podría hablar y reflexionar en profundidad; no obstante, nos limitaremos a presentar únicamente las ideas principales de cada uno.

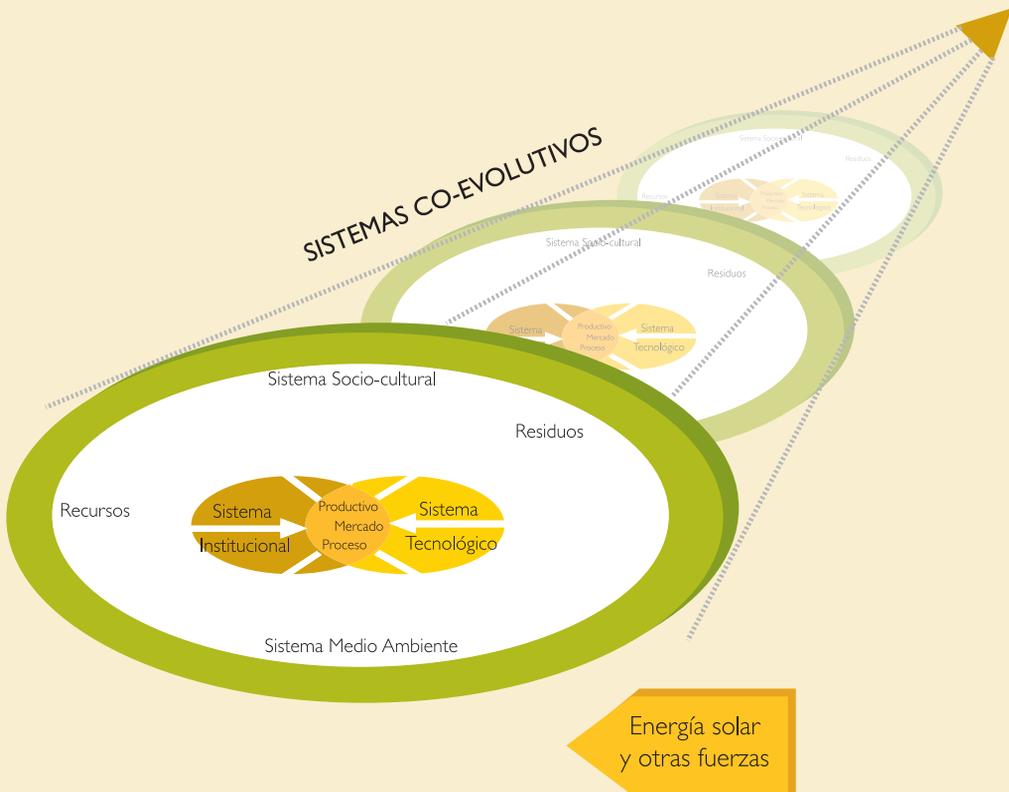
En primer lugar, la gestión del agua no debería realizarse de una forma aislada, sin conexión con el resto de sistemas con los que tiene relación. Así, habría de seguirse un análisis sistémico coevolutivo por el que existen diversos sistemas en relación —económico, tecno-institucional, sociocultural y ambiental—, pues “no solo está cada subsistema relacionado con todos los demás, sino que además cada uno cambia y afecta la evolución de los otros” (Norgaard, 1994).

En la figura 1 (Gual, 2005) podemos observar cómo el sistema económico (o sistema productivo) no está aislado, sino que está influido, e influye a su vez, sobre los sistemas institucionales (las “reglas del juego”) y tecnológico. Al mismo tiempo, estos sistemas se hallan inmersos en un sistema sociocultural, y tanto las reglas sociales como las culturales definen de manera determinante el devenir del proceso productivo. Finalmente, todo ello se desarrolla en un sistema ambiental, en un entorno geográfico y territorial determinado que, de la misma manera que los sistemas anteriores, determina claramente las posibilidades económicas.

2 No es éste el espacio para pormenorizar en las premisas de la economía ecológica. Hay muchos y diferentes trabajos que tratan el tema con detalle; el lector interesado puede acudir, entre otros, a Naredo (1987 y 2006), Martínez-Alier y Roca (2000), Martínez-Alier (1999), Aguilera y Alcántara (1994).



FIGURA I. SISTEMAS EN COEVOLUCIÓN



Fuente: Gual (2005).

En segundo lugar, entendemos que hay que realizar este análisis sistémico coevolutivo desde un enfoque eointegrador (Naredo, 2006); es decir, no parcelario, que integre los diferentes aspectos que se han mencionado y que lo haga desde una metodología no únicamente multidisciplinar, sino “transdisciplinar”. Esto permitirá analizar y comparar las variables monetarias con los flujos físicos de los procesos económicos, añadiendo las variables tecno-institucionales, socioculturales y territoriales.

En tercer lugar, se lleva ya tiempo hablando de la llamada Nueva Cultura del Agua (NCA), la que, en nuestra opinión, debería ser el tercer pilar; pero no por ello menos importante, que sustentaría una razonable gestión de los recursos hídricos. Tratando de sinte-

tizar este enfoque, podríamos resaltar tres elementos esenciales que definen esta nueva cultura del agua: a) agua entendida como activo ecosocial; b) no se puede hacer gestión del agua sin gestión del territorio; y, c) gestión del recurso frente a gestión de la obra hidráulica.

En lo relativo al agua como activo ecosocial, al inicio de este artículo planteamos la necesidad de entenderla como un recurso no únicamente productivo, sino que cumple muchas y variadas funciones –ambientales, económicas, culturales, religiosas, etc.–, y a todas ellas hay que darles alternativas. En segundo lugar, la NCA también plantea la necesidad de gestionar el territorio, es decir, ecosistemas completos, y no únicamente el recurso hídrico como un elemento aislado. Por último, la urgente necesidad de comenzar a pensar en términos de gestionar el recurso agua y fomentar un uso racional más que tratar de incrementar la oferta destinada hacia unos requerimientos siempre insatisfechos.

El cambio de enfoque nos lleva a variar la pregunta: *¿de dónde obtenemos el agua para producir?* por esta otra: *¿qué cantidad y calidad de agua tenemos y cómo podemos aprovecharla de la mejor manera posible?* Es decir, es necesario plantearse qué usos son compatibles con el agua que un determinado territorio dispone en lugar de proyectar actividades para las que puede que no haya recursos suficientes y se cree la “necesidad” de obtenerla al “precio” que sea.

METABOLISMO HÍDRICO

La idea de Metabolismo Hídrico –MH–, de forma análoga al concepto de metabolismo socioeconómico, analiza los flujos de agua que entran y salen de un sistema económico, así como los flujos hídricos dentro del propio sistema. A pesar de que el análisis del metabolismo económico y los flujos de materiales comienzan a hacer presencia en la literatura especializada (Carpintero, 2005; Vallejo, 2006; entre otros), no se puede decir lo mismo del MH. Aquellos análisis han utilizado los flujos de materiales y de energía pero omiten los análisis hídricos (el único estudio realizado hasta el momento que incluye los flujos de agua –aunque no realiza un MH tal y como aquí lo hemos definido– es el realizado por Pérez, 2007).

Los argumentos dados en su momento por algunos de sus autores dicen que los flujos de materiales y de energía se miden en unidades muy diferentes a las del agua (10^9 y 10^{12} respectivamen-



te), y si se analizan conjuntamente las diferentes unidades del agua desvirtuarían absolutamente los análisis pretendidos. Siendo estos argumentos ciertos y rigurosos, no por ello, en nuestra opinión, debemos dejar al margen el análisis de los flujos de agua. Tal vez pensemos que el agua, por ser un recurso renovable, tiene menos importancia que algunos materiales que no lo son; pero no olvidemos que, además del carácter vital de los recursos hídricos, si continuamos la acción humana el agua va a dejar de serlo.

Por este motivo, entendemos absolutamente necesario completar los análisis de flujos de materiales con los correspondientes MH; para ello sería interesante iniciar nuevas líneas de investigación en esta dirección, tanto conceptuales, metodológicas, como aplicaciones a estudios de casos concretos de los que se puedan derivar conclusiones para la toma de decisiones.

AGUA VIRTUAL • Conceptos y antecedentes

El Agua Virtual –AV– es un concepto definido por primera vez por Allan a principios de la década de los noventa (1993, 1994). Se entiende como la cantidad de agua que ha sido necesario utilizar para generar un producto determinado. No obstante, algunos años antes, Fischeon G. *et al.* (1989) concluyeron que no resultaba muy inteligente exportar bienes para cuya producción había sido necesario consumir grandes cantidades de agua en aquellos países con problemas de escasez hídrica. De esta manera, se plantea académicamente lo que muchos países con problemas de escasez llevaban años haciendo: especializarse en la elaboración de productos con bajos requerimientos de agua y basar sus relaciones comerciales en una alta exportación de dichos productos, sustituyendo la producción interna con bienes importados de aquellos países cuyo coste en agua fuera inferior. De estos primeros argumentos se comienza a dilucidar el concepto de agua “contenida” –que desembocará años más tarde en el de AV definido por Allan–, pero no se entenderá como una alternativa al ahorro de agua y no tuvo repercusión alguna en el campo de la política hídrica en ninguno de sus niveles (global, regional, local) como tampoco lo tuvo en el ámbito académico ni en el de la investigación.

En 1993 Allan intenta dar un carácter más cuantitativo al concepto de agua virtual, tratando de cuantificarlo en su trabajo *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hidro-politi-*

cal futures World be imposible. Sin embargo, ante las dificultades encontradas por aquellos años para cuantificar la energía contenida en los bienes de consumo derivados del petróleo, decidió centrarse en definir el concepto. Es entonces cuando acuñó el término Agua Virtual, pero aún habrían de pasar algunos años hasta que este concepto fuera reconocido, al menos por un grupo nutrido de reconocidos investigadores, como una alternativa a la seguridad alimentaria y al ahorro de agua.

La definición más aceptada actualmente de AV es la planteada por el propio Allan (1998) al afirmar que la cantidad de agua consumida en el proceso de producción de un producto es llamada agua virtual asociada³ al producto. Expresado con otras palabras, el agua virtual no es únicamente el agua incorporada “físicamente” en un producto, sino la cantidad de agua que ha hecho falta utilizar para producir un bien o servicio.

El agua virtual así entendida adquiere más relevancia cuando la relacionamos con el comercio; este concepto cobra pleno sentido cuando se produce un intercambio de productos entre distintas regiones, y con él se genera un “trasvase” virtual del agua. Es decir, podemos entender que los intercambios de productos entre regiones facilitan también el intercambio de agua desde unas regiones a otras.

Con relación al comercio de AV, y ante la interesante cuestión de qué cantidad de agua podríamos ahorrar importando bienes en lugar de producirlos nosotros mismos, Hoekstra (2003) diferenció entre dos aproximaciones al concepto: el agua virtual real y el agua virtual teórica. Por agua virtual real entendemos aquella que realmente se utiliza para la producción de un bien o servicio en el mismo país de producción; y agua virtual teórica la que habría utilizado el país de destino de un bien importado en caso de que éste hubiera sido producido en el mencionado país. El agua virtual, ya sea en su acepción teórica o real, puede utilizarse en países con escasez de recursos hídricos para aliviar la presión ejercida sobre éstos (Hoekstra, 2003), y así entendida, puede enmarcarse como una alternativa de gestión de la demanda.

Si bien es cierto que el concepto de agua virtual ha surgido en los últimos años, no lo es menos el hecho de que su comercio es un suceso tan antiguo como el propio comercio de bienes. De esta forma, podemos entender por comercio de agua virtual la relocalización –o cambio de localización– del agua asociada a los productos que se intercambian. En virtud de este comercio, existe un

3 Literalmente, Allan habla de virtual water contained in the product. Esto es, el agua “contenida” en un producto. No obstante, hemos optado por traducir la expresión inglesa contained in the product como el AV “asociada” al producto, pues entendemos que es más exacta con relación a la idea que se intenta transmitir, ya que el “contenido” significa “lo que está en el interior” y el AV no tiene por qué ser el agua que esté contenida físicamente en el interior del producto.



flujo de agua virtual desde los países o regiones exportadoras hacia los países o regiones importadoras. Actualmente, todos los países son al mismo tiempo importadores y exportadores de este preciado recurso, aunque, desde la perspectiva económica y según la teoría de las ventajas comparativas, podríamos pensar que lo más razonable sería que los importadores fueran aquellos con escasez de agua y, por el contrario, los exportadores del recurso, vía exportaciones de bienes, fueran aquellos países con abundancia de agua.

Hasta ahora muchos de los problemas políticos en países semiáridos de Oriente Medio se han resuelto mediante políticas y estrategias sobre alimentación que empleaban como criterio el sentido común. Algunos de estos países, como Israel o Jordania, han elaborado políticas encaminadas a reducir, e incluso abandonar, las exportaciones y la producción de cultivos con alto requerimiento de agua reemplazándolos por importaciones o cultivos que aporten realmente un alto rendimiento que les permitiera optimizar los recursos de agua (Van Hofwegen, 2004). A este respecto, Velázquez (2006) plantea la incoherencia entre la especialización productiva de Andalucía con los recursos hídricos de los que dispone la región, manifiesta en la clara especialización en bienes fuertemente consumidores de agua.

Antes de dar paso a la metodología de estimación del AV, creemos importante realizar una aclaración conceptual entre el AV y el MH. Mientras que el MH, tal como comentábamos páginas atrás, considera “todos” los flujos del agua de una economía (entradas, salidas y flujos internos del proceso económico), el AV “únicamente” considera las entradas y flujos sin entrar al analizar los flujos internos de agua.

• Metodología de estimación del AV

Hemos definido el agua virtual como aquella asociada a los bienes producidos, es decir, el agua que ha sido necesario emplear para producir un bien determinado. Hemos de estimar, pues, esa cantidad de agua empleada en la producción, y posterior exportación, de productos agrícolas en Andalucía. Pero no podemos finalizar la estimación con los cálculos del AV exportada, sino que necesitamos contrastarla con el AV importada para poder hacer una primera aproximación al comercio de agua en la región.

Para estimar el agua virtual exportada utilizaremos el concepto de agua virtual real, según la diferenciación realizada por Hoekstra,

mencionada anteriormente. Es decir, estimamos el agua que realmente hemos utilizado en la producción de los bienes que exportamos y que, por lo tanto, es agua que hemos consumido y gastado en este destino. Por el contrario, para estimar el agua virtual importada utilizaremos el concepto de agua virtual teórica, esto es, la cantidad de agua que nos habría hecho falta utilizar en caso de que hubiéramos producido nosotros mismos el bien importado, en lugar de comprarlo fuera de nuestras fronteras.

El concepto de AV teórica es más adecuado para estimar la importación de agua virtual –para el objetivo propuesto– que el concepto de AV real. En efecto, si utilizáramos este último lo que estaríamos estimando es la cantidad de agua que ha utilizado el país exportador para producir aquello que le compramos. Esta cantidad de agua no tiene por qué coincidir con la que utilizaríamos nosotros, debido a las diferencias de suelo, condiciones climáticas, evapotranspiración, etc. Lo realmente relevante es el agua que hemos dejado de utilizar; esto es, el ahorro que nos ha supuesto importar el producto en lugar de producirlo.

La cantidad de agua empleada dependerá, en primer lugar, de la superficie de tierra ocupada por cada tipo de cultivo (T_i) –expresada en hectáreas– y de la producción obtenida (Y_i) –expresada en toneladas–; con estos dos parámetros obtenemos el rendimiento de cada cultivo –expresado en toneladas por hectáreas– según la siguiente expresión:

$$R_i = \frac{Y_i}{T_i} \quad (1)$$

Conociendo los requerimientos de agua de cada cultivo (RAC_i) –expresado en metros cúbicos por hectáreas– y dado el rendimiento obtenido anteriormente, podemos estimar los requerimientos específicos de agua de cada cultivo (REA_i) –expresada en metros cúbicos por tonelada producida– como:

$$REA_i = \frac{RAC_i}{R_i} \quad (2)$$

Multiplicando dichos requerimientos específicos de agua por los datos de exportación (X) (o de importación $-M-$) de cada uno de los productos generados en Andalucía para un año determina-



do –expresados en toneladas– (o los productos que habríamos de haber producido en caso de no importar), obtendremos finalmente el agua virtual exportada (AVX_i) de cada uno de los productos estudiados –expresada en metros cúbicos–:

$$AVX_i = X_i REA_i \quad (3)$$

Y el agua virtual importada (AVM_i):

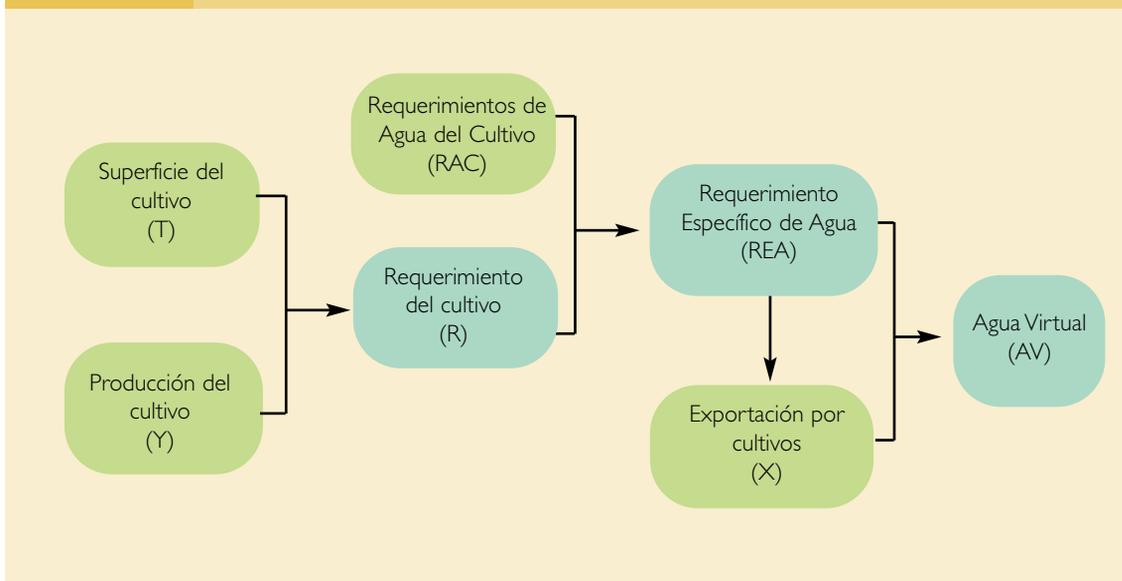
$$AVM_i = M_i REA_i \quad (4)$$

Finalmente, el agua virtual neta (se obtiene deduciendo al agua virtual exportada del agua virtual importada):

$$AVN_i = AVX_i - AVM_i \quad (5)$$

Una de las principales dificultades para estimar el agua virtual suele ser el acceso a los datos necesarios. Podemos sintetizar los pasos que hay que dar para la estimación del agua virtual y la diferenciación entre los datos necesarios (cuadros coloreados) y las estimaciones realizadas (cuadros en blanco), siguiendo la figura 2. Generalmente, los datos de superficie y producción se pueden obtener del Ministerio de Agricultura del país que se estudie. Los datos de comercio pueden ser difíciles de obtener, especialmente para una desagregación determinada de un sector agrícola. Para realizar estimaciones internacionales, las bases de datos de la FAO (FAOSTAT) suelen aportar los datos necesarios. El punto clave en las estimaciones se centra con frecuencia en el valor de los requerimientos de agua del cultivo. La FAO desarrolló el programa CROPWAT, con el que, conociendo determinados indicadores geográficos y agrícolas de los cultivos que se van a analizar, se puede estimar sus requerimientos. Los datos de comercio exterior se encuentran en las estadísticas de Aduanas y, generalmente, las bases de datos de la FAO también disponen información confiable.

FIGURA 2. ESTIMACIÓN DEL AGUA VIRTUAL, ETAPAS Y DATOS NECESARIOS



Fuente: Elaboración propia a partir de Hoekstra y Hung (2003).

- Consideraciones que se deben tener en cuenta en relación al concepto de agua virtual

Se podrían hacer varias consideraciones en relación al concepto de agua virtual. Aquí únicamente resaltaremos tres que, entendemos, son de interés: 1. Agua verde frente a agua azul; 2. Ley de las Ventajas Comparativas; y, 3. seguridad y soberanía alimentarias.

En primer lugar, es interesante introducir el debate de qué tipo de agua considerar en la estimación del agua virtual: el agua verde (agua de lluvia) o agua azul (agua de riego). En principio, parece que pudiera ser necesario incluir los dos tipos de agua, ya que los requerimientos de una planta están determinados en función de sus características: el clima, el suelo, etc. De tal manera, si el agua verde no alcanza los requerimientos necesarios de la planta para su crecimiento, se deberá regar y considerar por ello el agua azul. Así es como se estiman los requerimientos hídricos con el programa CROPWAT utilizado.



Sin embargo, pensemos que, dependiendo de la eficiencia del sistema de riego, podría ocurrir que la consideración del agua azul nos llevara a sobredimensionar los requerimientos hídricos del cultivo. Así, por ejemplo, en regiones en las que existan cultivos que sean tratados con obsoletos sistemas de riego por gravedad, la cantidad de agua utilizada para que la planta crezca es mucho mayor que los requerimientos estrictos de la misma. Por ello, en nuestra opinión, no habría que dar por sentado que siempre hay que considerar la conjunción de agua azul y verde; sino que esta interacción es un aspecto interesante para la reflexión y dependerá de los factores territoriales, institucionales y tecnológicos del estudio de caso que analicemos.

En segundo lugar, al concepto de agua virtual subyace la teoría económica de las ventajas comparativas desarrollada por David Ricardo. Según esta teoría, un país o región se especializará en la producción de aquellos bienes y servicios para los que tenga alguna ventaja en su producción con relación a sus posibles competidores. De esta manera, y llevando esta idea a la consideración de los recursos hídricos como factor de producción, podríamos argumentar que un país habrá de especializarse en productos intensivos en agua siempre y cuando tenga abundancia de este recurso y presente, por lo tanto, ventajas comparativas con relación a otros países que tuvieran una mayor escasez de ella. Sin embargo, podría ser interesante reflexionar también sobre este aspecto, pues, según esta teoría, un país con escasez de agua no debería especializarse en productos para los que hiciera falta abundante agua.

Esta reflexión engarza con el tercer aspecto mencionado anteriormente, a saber, la seguridad y soberanía alimentarias. Un país debe tener asegurada su alimentación básica y no depender de terceros países para algo tan vital como el alimento. Pues bien, la Teoría de las Ventajas Comparativas entra en claro conflicto con esta idea de la seguridad y soberanía alimentarias. Pensemos en algún país africano, por ejemplo, en el que el agua sea escasa y tenga una principal fuente de alimento en el cereal. Si, debido a la teoría de David Ricardo, aconsejáramos a dicho país a que no produjese cereal, argumentando que no tienen una ventaja comparativa debido a su escasez de agua, y que lo importaran de terceros países, estaríamos incrementando la vulnerabilidad de este país en los mercados internacionales, con lo que estaríamos recortando su seguridad y soberanía alimentarias y poniendo con ello en peligro la subsistencia de determinados pueblos.

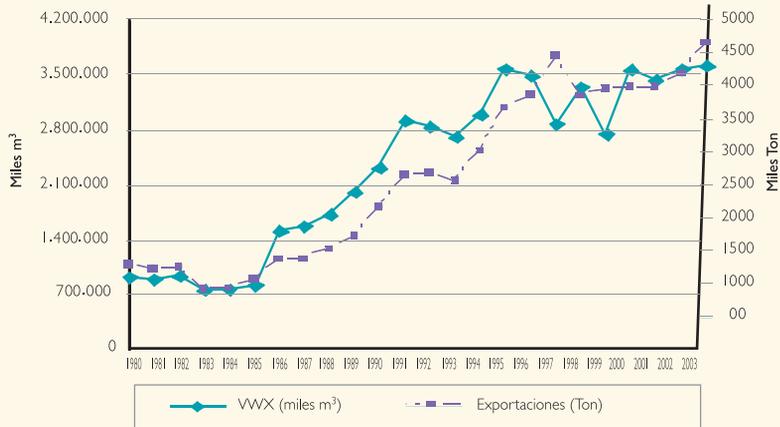
APLICACIÓN AL CASO DE LA EXPORTACIÓN DE BANANO EN EL ECUADOR

Adicionalmente al análisis presentado, he tratado de hacer una pequeña aplicación a uno de los principales cultivos del Ecuador: el banano. Se presenta con audacia esta aplicación por varios motivos: en primer lugar, porque a pesar de que he planteado que estos análisis no se pueden quedar únicamente en la estimación cuantitativa del AV (o en su caso del MH), sino que hay que completarlos con un análisis sistémico-coevolutivo y desde un enfoque ecointegrador; esta es una mera aproximación cuantitativa al tema, que sería necesario completarlo con dichos enfoques. En segundo lugar, los datos de requerimientos hídricos adolecen de una debilidad: no se han considerado todos los requerimientos de agua del cultivo por incluir únicamente el agua de riego, quedando al margen el agua verde. Y por último, dichos requerimientos no se han estimado utilizando el programa CROPWAT, que incorpora variables climáticas y territoriales, sino que se han tomado los datos de agua de riego ofrecidos por Vallejo (2006) que, aunque son importantes para el propósito de la investigación realizada por la autora, quedan incompletos al estimar el AV por los dos motivos aludidos (no incorpora variables climáticas y territoriales y no incorpora el agua verde). Esta aplicación responde más a presentar la potencialidad del concepto analizado, el AV, que a una aplicación rigurosa.

Las fuentes utilizadas han sido las siguientes: los datos de producción, superficie cultivada y exportación del banano en Ecuador, que se han obtenido de las bases de datos de la FAO (FAOSTAT), para el período (1980-2003). Los datos de requerimientos de agua, como se ha comentado anteriormente, fueron obtenidos de Vallejo (2006), considerándose únicamente el agua de riego. Con estos datos, los resultados obtenidos de la evolución de la exportación de agua virtual desde Ecuador al resto del mundo se pueden apreciar en la figura 3.



FIGURA 3.
EVOLUCIÓN DEL AGUA VIRTUAL EXPORTADA (miles de m³)
Y DE LAS EXPORTACIONES DE BANANO (miles ton)
EN ECUADOR (1980-2003)



Fuente:
FAO STAT y
Vallejo (2006).

Se puede observar cómo el agua virtual exportada (AVX) a través de las exportaciones de banano ha crecido extraordinariamente en el período analizado (294%). Se podría pensar que este fuerte crecimiento podría deberse al elevado número de exportaciones; y aunque es cierto que éstas han experimentado también un fuerte incremento en los últimos años (260%), la salida de agua vía este producto ha sido mayor. No disponemos en estos momentos de la información necesaria sobre la situación y evolución de la economía ecuatoriana que pudiera explicar de forma rigurosa estos resultados. Sería conveniente profundizar esta discusión, completándola con un análisis sistémico (económico, sociocultural, tecno-institucional y territorial) y con la evolución que dichos sistemas han experimentado.

No obstante, esta evolución de la exportación de agua vía exportaciones de banano sí podría ser una llamada de atención, pues aunque Ecuador es un país que, en conjunto, no parece tener problemas de falta de agua, sí podrían darse situaciones locales de desabastecimiento, y dicha producción intensiva en agua podría provocar conflictos de usos.

REFLEXIONES FINALES

Con este documento hemos pretendido llamar la atención sobre la necesidad de completar los análisis monetarios y físicos de la economía con un análisis de los requerimientos de agua mediante el concepto ya propuesto de AV y la posibilidad de ampliarlos con los de MH.

En nuestra opinión, éste es un camino en el que ya se han dado importantes pasos con relación a la concepción y metodología del AV, pero no así en cuanto al MH. Por ello, es necesario reflexionar sobre el concepto de MH, sus implicaciones y diferencias con otros instrumentos, así como realizar las primeras simulaciones. No obstante, el AV es ya un concepto más estudiado; en nuestra opinión, haría falta un buen estudio conceptual que ponga de manifiesto, especialmente, las diferencias con otros indicadores (como la huella hídrica, por ejemplo). Hasta el momento, únicamente se han realizado estimaciones del AV para el sector agrícola; podría ser de interés ampliar estas aplicaciones al sector ganadero (tan altamente consumidor de agua), y al sector servicios (de especial interés podría ser el análisis del turismo). Para ello, sería necesario desarrollar una nueva metodología que se adaptara a producciones industriales y terciarias.

La principal reflexión a la que nos lleva el estudio de los requerimientos de agua es la absoluta necesidad de desarrollar estadísticas que permitan realizar estimaciones rigurosas y análisis comparativos. Sin buenos datos de base es prácticamente imposible realizar aplicaciones cuyas conclusiones se pudieran derivar a la toma de decisiones políticas.

Por todo ello, nos permitimos hacer una llamada de atención en un triple sentido. Por un lado, la necesidad de profundizar en los estudios conceptuales y metodológicos de los flujos hídricos de los procesos económicos; por otro, la conveniencia de aplicar dichos estudios a la realidad económica de diferentes países y regiones, y de ampliar estas aplicaciones más allá del sector agrícola. Finalmente, pero no por ello menos importante, la urgente necesidad de obtener bases de datos rigurosas necesarias para realizar estimaciones reales para trasladarlas a la toma de decisiones.



REFERENCIAS

- Aguilera, F. (1993), "El problema de la planificación hidrológica: una perspectiva diferente", en *Revista de Economía Aplicada* (2) 1, pp. 209-216.
- ——— (1994), "Agua, economía y medio ambiente: interdependencias físicas y la necesidad de nuevos conceptos", en *Revista de Estudios Agrosociales* (167).
- ——— (1995), El agua como activo económico, social y ambiental, *El Campo* (132), pp. 15-27.
- ——— (1996), Economía y medio ambiente: un estado de la cuestión, *Grandes Cuestiones de la Economía*, No. 10, Madrid, Fundación Argentaria..
- Aguilera, F., coord. (1992), *La economía del agua*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Aguilera, F., y V. Alcántara (1994), *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Barcelona, Icaria.
- Allan, J. A. (1993), "Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be imposible", en *Priorities for water resources allocation and management*, London, ODA, pp. 13-26.
- ——— (1994), "Overall perspectives on countries and regions", en P. Rogers, y P. Lydon, *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, pp. 65-100.
- ——— (1998), "Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits", en *Groundwater* (36) 4, pp. 545-546.
- ——— (2003), Contribución al Congreso Virtual, organizado por World Water Council. Recuperado en octubre de 2003, en www.worldwatercouncil.org/virtual_water/syntheis/s.allan.l.htm
- Carpintero, O. (2005), *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*, Madrid, Fundación César Manrique, Economía y Naturaleza.
- Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía (1996), *El agua en Andalucía. Doce años de gestión autonómica 1984-1995*, Sevilla, Junta de Andalucía.
- Dietzenbacher, E., y E. Velásquez (2006), "Analyzing Andalusian virtual water trade in an input-output framework", en *Regional Studies*, 41 (2), pp. 185-196.
- Fischeon, G., edit. (1989), "Economic cooperation in the Middle East, Westview Special Studies on the Middle East", en *International Journal of Water Resources Development* (11).
- Gual, M.A. (2005), "Políticas de promoción de la energía renovable. Un modelo de análisis sistémico-coevolutivo", tesis doctoral, Sevilla, Universidad Pablo de Olavide.
- Hoekstra, A.Y. (2003), "Virtual Water: An Introduction. Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade", en *Values of Water Research Report Series*, No. 12, Holanda, IHE, Delft.
- Hoekstra, A.Y., y P.Q. Hung (2003), "Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to internacional crop trade, Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual water Trade", en *Value of Water Research Report Series* (12), Holanda, IHE, Delft.
- Mishan, E. J. (1970), *Los costes del desarrollo económico*, Barcelona, Oikos-Tau ediciones.
- Martínez-Alier, J. (1999), *Introducción a la economía ecológica*, España, Rubes.
- Martínez-Alier, J., y J. Roca, (2000), *Economía ecológica y política ambiental*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Matthews, E., C. Amann, C. Bringezu, M. Fisher-Kowalsky, W. Hüttler, R. Kleijn, Y. Moriguchi, C. Ottke, E. Rodenburg, D. Rogich, H. Schlanz, H. Schütz, E. Varn Der voet y H. Weisz (2000), *The weight of Nations. Material outflows from industrial economies*, Washington, World Resources Institute.

- Naredo, J. M. (2006), Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Más allá de los dogmas, Madrid, Siglo XXI.
- ——— (1997), Problemática de la gestión del agua en España, en varios autores (1997).
- Norgaard, R. B. (1994), *Development Betrayed: the End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*, USA, Routledge.
- Pérez Rincon, M. A. (2007), Comercio internacional y medio ambiente en Colombia. Mirada desde la Economía Ecológica, Cali, Universidad del Valle.
- Vallejo, M. C. (2006), La estructura biofísica de la economía ecuatoriana: el comercio exterior y los flujos ocultos del banano, Quito, FLACSO / Abya-Yala.
- Van Hofwegen, P. (2004), "Virtual Water Trade. Conscious Choices", Synthesis E-Conference. World Water Council. 4th World Water Forum.
- Velázquez, E. (2006), "An Input-Output Model of Water Consumption: Analysing Intersectoral Water Relationships in Andalucía", en *Ecological Economics*, 56, pp. 226-240.
- Varios autores (1997), La gestión del agua en España, Madrid, Fundación Argentaria-Visor.
- Yale Center for Environmental Law and Policy (Yale University), Center for International Herat Science Information Network (Columbia University) (2005), Environmental Sustainability Index, Benchmarking National Environmental Stewardship.
- Zimmerman, E. W. (1967), *Introducción a los recursos mundiales*, Barcelona, Oikos-Tau ediciones.