

AGUA VIRTUAL, HUELLA HÍDRICA Y EL BINOMIO AGUA-ENERGÍA: REPENSANDO LOS CONCEPTOS

Esther Velázquez

Dpto. Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica
Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)
Correo electrónico: evelalo@upo.es

1- Introducción

Planteamos en esta breve reflexión la necesidad de repensar dos conceptos, el Agua Virtual (AV) y la Huella Hídrica (HH), en base a las implicaciones conceptuales y metodológicas que se podrían derivar si se entienden como dos indicadores físicos diferentes. La consideración del AV como un indicador de requerimientos de agua de la “producción” de bienes y servicios y la HH como un indicador de requerimientos de agua del “consumo” de bienes y servicios por una población, nos lleva a reflexionar sobre las diferencias que existen entre ambos; y estas diferencias nos llevarán a considerar el binomio agua-energía un como factor fundamental para la gestión del agua.

Este trabajo no pretende ser más que una reflexión compartida de un trabajo en curso, por lo que así hay que entenderlo. Planteamos, más que afirmaciones categóricas, posibilidades y nuevos planteamientos con el objetivo de avanzar en la senda propuesta por la Economía Ecológica sobre la necesidad de analizar la dimensión física de la economía.

Esta breve reflexión se estructura de la siguiente manera. En primer lugar, reflexionamos sobre la importancia de analizar la realidad física de los procesos económicos, como marco teórico derivado de los paradigmas de la Economía Ecológica en el que se enmarca esta reflexión. En segundo lugar, hacemos una propuesta conceptual del AV y la HH analizando las implicaciones que se derivan de las diferencias encontradas entre ambos conceptos. En tercer lugar, proponemos un primer avance metodológico, basado en las diferencias encontradas entre ambos conceptos, que pretende ser únicamente un avance de un futuro desarrollo metodológico. Por último, finalizamos con las reflexiones y preguntas que, más que pretender darles respuesta, planteamos como discusiones futuras.

2- La importancia de analizar la realidad física de los procesos económicos

El objetivo de esta reflexión es, como decía Mishan (1967), tratar de “convencer a la gente de la necesidad de un cambio radical en la manera habitual de observar los acontecimientos económicos”; convencer, a quien quiera ser convencido, de que la economía puede ser entendida de una forma diferente a la que nos plantean como

dominante. Ésta, la economía neoclásica, considera la economía como un sistema cerrado sin relación con el resto de sistemas que componen la compleja realidad; y este sistema cerrado se mueve únicamente en el mundo de lo monetario, olvidando, entre otros factores, la dimensión física de los procesos productivos y de consumo. Afortunadamente, hay ya muchas personas que trabajan desde el enfoque de la Economía Ecológica planteando la necesidad de considerar el sistema económico como un sistema abierto, afectado por los principios de la Termodinámica -como no podía ser de otra manera pues la termodinámica es la más económica de todas las leyes (Georgescu-Roegen, 1996), derivándose pues, entre otras muchas cosas, la necesidad de considerar, además de la dimensión monetaria y real de la economía, la dimensión física de los procesos económicos.

Los límites físicos al actual modelo de desarrollo económico se vienen estudiando desde hace más de treinta años¹ y han suscitado la “necesidad de establecer circuitos de información sobre la dimensión física y territorial de las actividades económicas ordinarias que el análisis monetario dominante ignora (...) Sin embargo, esta necesidad de información no ha sido satisfecha: la información monetaria sigue siendo la única que se utiliza de forma sistemática para orientar la gestión” (Naredo, 2006). Este hecho, la prevalencia de lo monetario y el olvido de lo físico, puede ser, entre otras muchas, una causa más de la actual crisis que vivimos. Se han vertido ya muchas teorías para tratar de explicarla y se han propuesto variadas alternativas para salir de ella. Sin embargo, solamente desde la Economía Ecológica se ha planteado “la oportunidad que la crisis brinda a la economía de los países ricos para adoptar una trayectoria distinta con respecto a los flujos de energía y materiales” (Martínez Alier, 2008), incorporando esta dimensión física a los planteamientos de los análisis económicos. En palabras de Coase (1992, 719), tal vez sea necesario “reducir la elegante pero estéril teorización, tan difundida en la literatura, para adentrarse en los estudios que aumenten nuestra comprensión de cómo funciona el sistema económico en la realidad”.

La Economía Ecológica² trata de avanzar en esta dirección y así interpreta las relaciones economía-medio ambiente desde un punto de vista global planteando si

¹ El libro escrito por los hermanos Meadows (1972) se convirtió en una referencia que daba unos de los primeros avisos sobre los límites al crecimiento del modelo de desarrollo de los países occidentales.

² Existen diversas Sociedades de Economía Ecológica, entre las que podríamos destacar la *Internacional Society for Ecological Economics -ISEE-* -www.ecoeco.es- y *European Society for Ecological Economics -ESEE-* www.euroecolecon.org, en las que sus miembros trabajan en esta dirección. Recientemente se creo la *Red de Economía Ecológica Española (EcoEcoEs)* -www.ecoeco.es- coordinada desde la Universidad Pablo de Olavide.

“el razonamiento económico ha de seguir girando en torno al núcleo de los valores mercantiles o si, por el contrario, debe desplazar su centro hacia los condicionantes del universo físico e institucional que lo envuelven” (Naredo y Parra, 1993, XII). Según Spash (1999) la Economía Ecológica va mucho más allá de la, ya de por sí compleja, relación entre economía y medio ambiente; la Economía Ecológica es la síntesis de diferentes perspectivas como la Economía, la Ecología, la Política Ecológica, los aspectos morales, éticos e institucionales; y aunque algunos entienden la Economía Ecológica únicamente como las relaciones entre la economía ambiental y la ecología, en realidad, va mucho más allá de ambas disciplinas.

Desde la Economía Ecológica se propone, entre otros, el denominado metabolismo socioeconómico definiéndolo como aquella metodología que nos permite analizar “el volumen de flujos (inputs) de energía y materiales que capta una economía para su mantenimiento, y que posteriormente acaba transformando en infraestructuras, productos y finalmente en residuos” (Carpintero, 2005, 34). Esta metodología abre nuevas posibilidades y ofrece nuevas claves para entender la realidad que nos rodea. Esta nueva herramienta necesita para ser operativa indicadores que reflejen el consumo de materiales, de energía y de agua. Hay una amplia variedad de indicadores que nos proporcionan información sobre los dos primeros y que han sido utilizados en los análisis del metabolismo socioeconómico de diferentes países. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados hasta el momento no incluyen el consumo de agua debido al carácter “desequilibrante” de este recurso³. Siendo esto cierto, no lo es menos la necesidad de incorporar la dimensión “hídrica” de los procesos productivos, más aún en regiones y países con problemas de escasez de agua. Así, hemos propuesto desarrollar el “metabolismo hídrico” (Madrid, Velázquez, 2008), entendiendo por tal los flujos físicos de entrada y salida de agua de una economía, como metodología complementaria al metabolismo socioeconómico. No obstante, se ha ido avanzando en el estudio de la dimensión hídrica de los procesos económicos mediante la definición de indicadores de requerimientos de agua como el Agua Virtual (AV) y la Huella Hídrica (HH).

³ La cantidad de agua utilizada en cualquier proceso es muy superior a la cantidad utilizada de cualquier otro material (“el consumo de agua puede superar en 20 veces la suma total del resto de materiales excluido el oxígeno” -Carpintero, 2005, 132-), distorsionando el análisis si se incluye y se analiza conjuntamente con el resto de materiales.

3- Dos indicadores de consumo de agua: la necesidad de repensar los conceptos de agua virtual y de huella hídrica

A continuación se definen los conceptos de AV y HH para, posteriormente, plantear las diferencias que existen entre ellos y las implicaciones conceptuales y metodológicas que se pueden derivar.

El Agua Virtual fue definido por primera vez por Allan a principios de la década de los noventa (1993, 1994) como el agua “contenida” en un producto, entendiendo por tal, no únicamente la cantidad física contenida en el producto, sino la cantidad de agua que ha sido necesario utilizar para generar dicho producto. Así definida, el AV se configuraba como indicador físico en términos de agua de la producción de un bien o servicio. Aunque revolucionario aparentemente, si lo aplicamos sobre los productos agrícolas no es más que el concepto de requerimientos hídricos de un cultivo que los agrónomos vienen utilizando desde hace años. No obstante, la potencialidad del concepto viene de la mano de dos factores: 1) por un lado, el AV nos proporciona información de los requerimientos de agua, no únicamente de los productos agrícolas, sino también del resto de bienes y servicios. Así, se puede hablar de la cantidad de agua (en metros cúbicos) que hay que utilizar para producir un kilo de trigo, un kilo de carne de vaca, una cerveza, etc. 2) Por otro lado, el AV alcanza todo su potencial cuando se la relaciona con el comercio, facilitando información de los flujos de AV entre países. Así, se puede hablar del agua virtual exportada y el agua virtual importada a través del agua “contenida” en los productos comercializados. Ya Fishelson G. (1989) concluía 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, el AV se va configurando como un indicador que no solo nos proporciona información sobre los requerimientos de agua de la producción, sino que se podría utilizar para analizar los flujos comerciales en términos de agua.

Bajo este planteamiento, se podría entender el AV como un instrumento de la llamada política de oferta de agua, esto es, un instrumento que nos permite incrementar los recursos hídricos (la oferta) en un momento determinado en una región concreta. En efecto, si importamos productos de una región con abundancia de agua a otra con escasez, podríamos afirmar que estamos incrementando los recursos en la región con escasez de agua; estaríamos hablando de “trasvases”

virtuales de agua que incrementan la disponibilidad del recurso⁴ sin necesidad de grandes obras hidráulicas. Por otro lado, también se puede entender el AV como un indicador de mal llamada “demanda⁵ de agua” (Velázquez, 2008) ya que este indicador se puede utilizar para aliviar la presión ejercida sobre los recursos hídricos en regiones con escasez (Hoekstra, 2003).

Posteriormente, y a la luz del concepto de AV, Hoekstra (2003) define la denominada Huella Hídrica (HH) de un país como “el volumen de agua necesaria para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de ese país” y lo define como un “indicador del uso de agua en relación al consumo de la población” (Chapagain, Hoekstra, 2004, 11). Al igual que el AV, mediante los conceptos de AV exportada y AV importada, la HH proporciona información sobre los flujos comerciales en términos de agua. Así, se define la Huella Hídrica Interna (HHI) como “el uso interno de agua para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de un país” y la Huella Hídrica Externa (HHE) como el “volumen de agua utilizado por otros países para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes del país en cuestión”, haciendo referencia al consumo de bienes y servicios importados.

De esta manera, se dispone de dos indicadores sobre requerimientos de agua, uno entendido desde la perspectiva de la producción, el agua virtual; y el otro, desde la perspectiva del consumo, la huella hídrica. Esta diferencia entre ambos (esto es, siendo los dos indicadores físicos de los requerimientos de agua, uno hace referencia a la producción y otro al consumo) a nuestro entender, es fundamental y enriquece el debate sobre indicadores físicos de gestión de agua. Es interesante reflexionar con algo más de detenimiento y profundidad sobre las implicaciones de esta diferencia conceptual, implicaciones tanto sobre la responsabilidad última del consumo, como implicaciones metodológicas.

⁴ Un país que importa productos está incrementando la disponibilidad de agua en su país en una cuantía igual a la cantidad de agua que tendría que haber utilizado en producir los bienes que importa. Como esta cantidad de agua no la utiliza en producir dichos bienes porque son importados, esa agua está disponible para otros usos.

⁵ Coloquialmente se habla de “demanda de agua” cuando en realidad se está hablando de consumo o de uso del recurso. Por demanda, en el más estricto sentido económico, se entiende la cantidad de un bien o servicio requerido a un precio fijado por el mercado. Desde el momento que el agua, en principio, no tiene un mercado y no tiene un precio, no podemos hablar de demanda de agua, ni de política de demanda, entendiendo, pues, más riguroso hablar de requerimientos hídricos.

3.1- Implicaciones derivadas de la diferencia conceptual entre AV y HH

Si entendemos que el AV y la HH no son el mismo indicador pues uno ofrece información desde la perspectiva de la producción y el otro desde la perspectiva del consumo, se podrían derivar dos implicaciones: 1) implicaciones sobre la responsabilidad última del consumo y 2) implicaciones metodológicas para la estimación de los indicadores.

Con relación a la primera, el hecho de que el AV sea un indicador que nos proporciona información sobre la cantidad de agua requerida para producir un bien o servicio nos indica que es el productor que utiliza esa cantidad de agua, haciendo que el recurso deje de estar disponible para otros usos, el responsable de dicho consumo. Por el contrario, si la HH nos informa de la cantidad de agua que requiere la producción de todos los bienes y servicios consumidos por la población de un país, el responsable último de ese consumo de agua es el consumidor. O cuando menos, hay una “co-responsabilidad” entre productor y consumidor.

Esta diferencia es de interés a la hora de gestionar el recurso pues, en la mayoría de los casos, se desarrollan medidas de ahorro dirigidas únicamente a los productores, cuando los consumidores tienen también su parte de responsabilidad en la escasez social⁶ del agua en determinadas regiones, como puede ocurrir en Andalucía, donde la producción es intensiva en agua (Velázquez, 2006) y una buena parte se destina a la exportación (Dietzenbacher, Velázquez, 2007). Así pues parece razonable a la hora de gestionar el recurso diferenciar producción-consumo y productores-consumidores. Hasta la fecha pocos estudios han tratado de explicitar esta diferencia y la relación que se establece, en términos de agua, entre el lugar de producción y el lugar de consumo. Eso es, en parte, lo que analizan Chapagain y Orr (2009, 1219) tratando de relacionar “los lugares de producción con los de consumo y explorar los límites del sistema de producción desde una perspectiva del agua”. Estas relaciones se pueden analizar mediante el AV y la HH siempre y cuando hagamos una correcta conceptualización de estos indicadores y así podremos determinar los últimos responsables del consumo de agua.

La diferenciación conceptual realizada entre AV y HH tiene también importantes implicaciones metodológicas. Pensemos en un producto, por ejemplo la fresa. El AV de la fresa es el agua que ha hecho falta utilizar para producirla; y la HH es el agua necesaria para que una determinada persona consuma la fresa. Así pues, la

⁶ La escasez social es, según Aguilera (1997), la escasez de agua derivada de una inadecuada gestión del recurso, entendiendo por tal aquella gestión que se hace de espaldas al territorio.

diferencia podríamos resumirla en una simple frase: el AV es la fresa en la planta y la HH es la fresa en la mesa (del consumidor).

En principio, según la definición del propio Hoekstra, la HH es el agua necesaria para “producir” bienes y servicios (que después serán consumidos) y se estima mediante la suma de la HH interna y la HH externa (Hoekstra, Chapagain, 2007, 36, 37). Siguiendo la metodología desarrollada por estos autores en la obra citada, la HHI se estima mediante la suma del agua virtual de la agricultura, de la industria y del sector doméstico, descontando el AV exportada (AVE). Y la HHE es la suma del AV importada (AVI) descontada el AV de los productos importados que no se consumen en el país y que son destinados a la re-exportación.

Estas expresiones analíticas, en las que la HH es la suma del AV de los diferentes procesos productivos, son coherentes con la definición ofrecida de HH. Es decir, la HH se definió como el agua necesaria para “producir” (bienes que después serán consumidos) y se estima mediante el indicador de producción, esto es, el AV. Esta coherencia permite concluir que el AV y la HH son lo mismo cuantitativamente. Sin embargo, si son indicadores diferentes porque nacen con la idea de ofrecer información diferente (uno sobre la producción y el otro sobre el consumo) no parece muy razonable que sean exactamente iguales. La diferencia conceptual debería reflejarse de alguna manera en la estimación cuantitativa. A ello dedicamos el siguiente apartado: realizamos, en base a la diferencia conceptual entre los dos indicadores, una propuesta metodológica que permita reflejar la diferencia conceptual en la estimación cuantitativa.

4- Una propuesta conceptual y metodológica considerando el binomio agua-energía

Si partimos de la base de que AV y HH son dos indicadores conceptualmente distintos, la pregunta pertinente es: ¿en qué se diferencia, pues, la HH del AV? Siguiendo con el ejemplo de la fresa al que acudimos anteriormente, para que la fresa pueda ser consumida hay que “distribuirla” desde el productor hasta el consumidor, es decir, hay que considerar un proceso de distribución, además del proceso de producción que, en nuestra opinión, ha sido ignorado en los planteamientos metodológicos anteriores. De esta manera, en términos generales, la HH sería la suma del AV de los diferentes procesos productivos más el AV del proceso de distribución. El AV del proceso de distribución sería el agua que se requiere en el transporte del producto desde el lugar de producción hasta el lugar de consumo.

Sin embargo, podemos pensar que ese proceso de distribución requiere poca cantidad de agua⁷ comparada con la cantidad requerida en el proceso de producción. Y esa idea puede ser cierta; pero el transporte, aunque actualmente es un proceso que con el sistema de fuel basado en el petróleo es poco intensivo en agua, podría llegar a serlo con la sustitución del petróleo por los biofuels (King, Webber, 2008). Ello unido a la apuesta decidida que se ha realizado en los últimos años para fomentar este cambio, parece razonable relacionar el consumo de agua con el consumo energético del transporte requerido en un proceso de distribución. En caso contrario, podríamos estar planteando posibles ahorros de agua, mediante importación de productos, que requirieran elevado un consumo energético debido a las largas distancia que suponen determinadas relaciones comerciales.

Así, parece razonable incluir el proceso de distribución en la estimación de la HH. Pero no podemos olvidar que la HH es un indicador físico de agua por lo que la consideración del proceso de distribución en la estimación obligaría a estimar el *Agua Virtual de la Energía* (AV_{En}) que requiere dicho proceso, siendo el AV_{En} la cantidad de agua que ha hecho falta para producir la energía consumida por el transporte. De esta forma, podríamos estimar la HH como la suma del AV de los diferentes procesos productivos y el AV de la energía utilizada en el proceso de distribución.

Partiendo pues de esta forma de estimar la HH, en una situación en la que se fomente el consumo local de determinados productos, siendo mínimo el consumo energético de la distribución, el AV_{En} del proceso de distribución sería cercana a cero, y sería cero en el caso de consumir el producto en el mismo lugar de producción. En este caso, y únicamente en este caso, la HH coincidiría cuantitativamente con el AV. Por otro lado, si el consumo no es local y se producen transacciones comerciales entre el país o región productor y el país o región consumidor, entonces la HH será superior al AV.

Aceptando esta diferencia entre HH y AV, y bajo un análisis únicamente hídrico, podríamos preguntarnos en qué caso interesaría importar productos de otros países. Es decir, podríamos preguntarnos por las condiciones óptimas para que la importación-exportación de productos fuera sostenible (desde el punto de vista únicamente hídrico, y considerando las relaciones que se establecen entre lugar de producción y de consumo).

⁷ Según estimaciones realizadas por King and Webber (2008), el transporte en un vehículo ligero requiere menos de 0.15 galones de agua por milla recorrida ($1m^3 = 264,172$ galones estadounidense).

Para ello, diferenciamos entre agua virtual real (AVR) y el agua virtual teórica (AVT) (Hoekstra, 22003). Por la primera entendemos el agua que realmente se utiliza para la producción de un bien o servicio en el país de producción del mismo. Y por agua virtual teórica entendemos el agua que habría utilizado el país de destino de un bien (el país importador) en caso de que dicho bien importado hubiera sido producido en el mencionado país. Según esta diferenciación, y sin tener en cuenta más factores, sólo merecería la pena exportar productos desde un país productor (b) hasta un país consumidor (a), si el AV teórica del país importador (a) fuera mayor o igual a la suma del AV real del país productor y exportador (b) más el AV de la energía del transporte.

$$AVT_a > AVR_b + AV_{En} \text{ proceso de distribución} \quad (1)$$

Como el segundo miembro de la ecuación es precisamente la HH según la hemos definido anteriormente, entonces sólo interesaría exportar productos desde el país (b) hacia el país (a) si el AVT_a fuera mayor que la HH_b , es decir, si la cantidad de agua que el país (a) tendría que emplear en producir un bien que importa fuera mayor que la cantidad de agua que necesita el país exportador (b) más la cantidad de agua requerida por el transporte.

$$AVT_a > HH_b \quad (2)$$

Este es un análisis demasiado simple pues estamos considerando únicamente la dimensión física (relacionada con la energética del proceso de distribución) de estas relaciones comerciales. Y, evidentemente, no se pueden proponer medidas enfocadas a la política comercial considerando únicamente factores hídricos. Pero también sería conveniente que la política comercial comenzara a tener en cuenta la dimensión hídrica, en particular, y física en general, de las relaciones comerciales.

Con estas reflexiones y estos planteamientos pretendemos hacer únicamente una llamada de atención sobre la importancia de considerar la dimensión física de la economía y planteamos que el AV y la HH podrían ser unos indicadores razonablemente aceptables para estos propósitos.

6- Reflexiones finales

Al inicio de estas páginas decíamos que ésta no era más que una reflexión compartida de un trabajo en curso y por ello nos gustaría finalizar planteando interrogantes que quedan por responder y que podrían encaminar futuros trabajos.

El AV y la HH son dos conceptos definidos recientemente, aunque hace ya casi quince años que se definió el primero y casi seis el segundo. Sin embargo, a pesar de la “juventud” académica de estas ideas, se han desarrollado un elevado número de trabajos académicos desde aquel primer congreso virtual de agua virtual⁸ que han permitido analizar los procesos de producción y de consumo, así como los flujos comerciales, en términos de agua. La HH ha dado lugar a una amplia metodología desarrollada por Hoekstra y Hung (2002), que más tarde ha ido siendo completada y mejorada por diferentes autores. Sin embargo, las diferencias conceptuales de estos dos indicadores permiten explotar aún más su potencial. Así en esta reflexión hemos propuesto utilizar el AV como indicador de la cantidad de agua requerida, desde el punto de vista de la producción y la HH como indicador desde el punto de vista del consumo. Esta reflexión nos lleva a preguntarnos en qué radica la diferencia entre ambos indicadores y a realizar una pequeña aportación metodológica, incorporando el binomio agua-energía.

Llegados a este punto, hay que seguir planteándose cómo incorporar la aportación realizada a la metodología de HH ya desarrollada, y cómo incorporar el binomio agua-energía en toda su amplitud, esto es, incorporarlo no únicamente en el proceso de distribución (que es en el que, según nuestra aportación, radica la diferencia entre AV y HH) sino también en los procesos de producción y consumo.

En cualquier caso, hay que convencerse de la importancia de estos planteamientos en términos físicos y ser capaces de forzar el cambio de mentalidad que ello requiere. En palabras de Naredo (fragmento de un artículo publicado en *Público*, 2008) “la alternativa al modelo económico (vigente) requiere profundos cambios mentales e institucionales que no cabe detallar aquí. Cambios que permitan trascender la metáfora de la producción y la mitología del crecimiento económico. Cambios en las reglas del juego que rigen actualmente la valoración comercial y el sistema monetario internacional y que promueven la deriva especulativa del sistema económico”.

⁸ En el 3th *World Water Forum* (2003) se dedicó una sesión al AV y dada la relevancia que alcanzó se decidió organizar un congreso virtual sobre agua virtual que se puede considerar la primera reunión de envergadura que reunió a más de 300 participantes. La síntesis de este congreso se puede consultar en http://www.waterfootprint.org/Reports/virtual_water_final_synthesis.pdf

REFERENCIAS

- Aguilera, F. 1997. "Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales". En VVAA. 1997. *La gestión del agua en España*. Fundación Argentaria-Visor. Madrid, España.
- Allan, J.A. (1993). Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be imposible. In ODA, *Priorities for water resources allocation and management*, ODA, London, pp.13-26.
- Allan, J.A. (1994). Overall perspectives on countries and regions. In Rogers, P.; Lydon, P. *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65-100.
- Carpintero, O. 2005. *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1995-2000)*. Fundación César Manrique, Lanzarote.
- Coase, R.H. 1992. "The institutional structure of production". *American Economic Review*, 82: 713-719.
- Chapagain, A.K.; Hoekstra, A.Y. 2004. "Water footprint of nations. Volume 1: Main report". *Value of Water Research Report Series*, 16. UNESCO-IHE, Institute for water education, Delft, the Netherlands.
- Chapagain, A.K.; Orr, S. 2009. "An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: a case of Spanish tomatoes" *Journal of Environmental Management*, 90:1219-1228.
- Dietzenbacher, E.; Velázquez, E. (2007). "Analyzing Andalusian virtual water trade in an input-output framework. *Regional Studies*, 41 (2): 185-196.
- Fishelson G (ed.). 1989. "Economic cooperation in the Middle East, Westview Special Studies on the Middle East". *International Journal of Water Resources Development* (11).
- Georgescu-Roegen, N. (1996): *La ley de la entropía y el proceso económico*. Fundación Argentaria.
- Hoekstra, A.Y. (2003). "Virtual Water. An Introduction". *Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Values of Water Research Report Series n° 12.. IHE, Delft, Holanda*.
- Hoekstra A.Y.; 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*, 11. UNESCO-IHE, Institute for water education, Delft, the Netherlands.
- Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K. 2007. "Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern". *Water Resources Management*, 21: 35-48.
- King, C.W.; Webber, M.E. 2008. "Water intensity of transportation". *Environmental Science Technology*, 42 (21): 7866-7872.
- Madrid, C.; Velázquez, E. 2008. "El metabolismo hídrico y el agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 8: 29-47.
- Martínez Alier, J. 2008. "La crisis vista desde la Economía Ecológica". *Ecología Política*, 36.

- Meadows, D.H.; Meadows D.L., Randers, J. Beherens, W.W. 1972. *Los límites del crecimiento. Informe del Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Mishan E. 1967. *The Costs of Economic Growth*. Staples Press. Harmondsworth.
- Naredo, J.M. 2006. *Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Más allá de los dogmas*. Ed. Siglo XXI, Madrid.
- Naredo, J.M.; Parra, F. (comps.) 1993. *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Siglo XXI, Madrid.
- Spash Clive, L. 1999. "The development of environmental thinking in economics", *Environmental Values*, 8: 413-435.
- Velázquez, E. 2006. "An Input-Output Model of Water Consumption: Analysing Intersectoral Water Relationships in Andalusia". *Ecological Economics*, 56: 226-240.
- Velázquez, E. 2008. "El agua virtual. Una manera alternativa de gestionar los usos del agua". *Cuides*, 1: 61-79.