

Exploración del concepto de exportación de agua virtual: el caso de la fresa mexicana*

Exploring the concept of virtual water exports: Case of Mexican strawberry

Salvador Peniche Camps^{1§} y Patricia Ávila García²

¹Departamento de Economía. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas. Universidad de Guadalajara. Periférico Norte 799, esq. Parres Arias, C. P. 45100. Modulo K, 3^{er} piso, cubículo 13. Tel. 01-33-37703300, Ext: 25346. ²Centro de Investigaciones en Ecosistemas. UNAM campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701 Ex Hacienda de San José de la Huerta. C. P. 58190. Morelia, Michoacán. Tel. 01 4433222786. (pavila@servidor.unam.mx). [§]Autor para correspondencia: peniche@hotmail.com.

Resumen

En el trabajo que se presenta se discute el concepto de agua virtual como herramienta útil para entender los límites biofísicos del proceso de producción social. Así, con la ayuda de esta herramienta teórica, exploramos el impacto del comercio internacional en las reservas de agua en el caso de las exportaciones de fresa cultivada en el valle agrícola de Zamora, México.

La investigación aporta elementos para identificar algunos de los procesos que generan la apropiación de las últimas reservas de agua prístina del subsuelo del valle agrícola de Zamorano al mercado mundial de fresa. Lo anterior es relevante debido a que los procesos característicos de esta fértil región del estado de Michoacán, representan un modelo que está siendo implementado en diversas regiones agrícolas del país. La investigación se llevó a cabo entre los años 2000 y 2006.

Palabras clave: agua virtual, modelo hidroagrícola, comercio internacional, exportación fresera.

Abstract

In the present work discusses the concept of virtual water as a useful tool for understanding the biophysical limits of the process of social production. So with the help of this theoretical tool, we explore the impact of international trade on water reserves in the case of exports of strawberries grown in the agricultural valley of Zamora, Mexico.

The research provides the means to identify some of the processes that generate the appropriation of the last reserves of subsoil pristine water from the agricultural valley of Zamorano to world strawberry market. This is relevant because the characteristic processes of this fertile region of the state of Michoacán represent a model that is being implemented in various agricultural regions of the country. The research was conducted between 2000 and 2006.

Key words: hydro agricultural model, international market, strawberry export, virtual water.

* Recibido: diciembre de 2011
Aceptado: agosto de 2012

Introducción

El agua virtual es un término acuñado en 1993 en la Conferencia Anual de la Escuela de Estudios Orientales y Africanos de la Universidad de Londres por el académico británico Anthony Allan.

La definición más clara de agua virtual expresada por el Dr. Allan aparece en el texto “virtual water- the water, food and trade nexus: useful concept or misleading metaphor?” y expresa la idea de que el agua virtual “es el agua necesaria para producir mercancías agrícolas” (Allan, 2003).

Para entender el alcance y las limitaciones del concepto de agua virtual es necesario interpretar el contexto que rodea su aparición en el medio académico y la intencionalidad de su utilización en las agencias internacionales que regulan el comercio de alimentos y la gestión del agua.

Materiales y métodos

En su versión original, el concepto de agua virtual pretendió expresar, con una frase florida y pegajosa, una serie de ideas vinculadas con la utilización productiva del agua en la agricultura. No se trató sólo de darle un nuevo nombre al “uso consuntivo”, término existente en las ciencias agropecuarias. La aportación teórica del concepto consiste en incorporar la idea de que el agua aplicada en la agricultura no puede ser utilizada para otros fines. Desde esta perspectiva, el agua virtual no sólo no es “científicamente redundante” como argumenta Merret (Allan, 2003), sino que puede constituirse en una poderosa herramienta teórica que nos ayuda a comprender cómo abordar el problema de los límites biofísicos del proceso de producción social.

En una segunda instancia y a raíz de la preocupación en el concierto internacional sobre el posible surgimiento de conflictos relacionados con el agotamiento de las reservas de agua en vastas regiones del planeta, en instancias como la Organización Mundial de Comercio (OMC) y el Consejo Mundial del Agua (CMA), se intentó atraer el concepto de agua virtual para justificar la propuesta de comercio internacional de alimentos (Hoekstra, 2010).

Introduction

Virtual water is a term coined in 1993 at the Annual Conference of the School of Oriental and African Studies, of the University of London by the British scholar Anthony Allan.

The clearest definition of virtual water expressed by Dr. Allan appears in the text “virtual water-the water, food and trade nexus: useful concept or misleading metaphor?” and expresses the idea that virtual water “is the water needed to produce agricultural goods” (Allan, 2003).

To understand the scope and limitations of the concept of virtual water is necessary to interpret the context surrounding its appearance in the academic area and the intent of its use in the international agencies that regulate the trade of food and water management.

Materials and methods

In its original version, the virtual water concept intended to express, in a flowery and catchy phrase, a number of ideas related to the productive use of water in agriculture. It was not just to rename it to “consumptive use”, existing term in the agricultural sciences. The theoretical contribution of the concept is to incorporate the idea that the water applied in agriculture cannot be used for other purposes. From this perspective, the virtual water is not only not “scientifically redundant” as argued by Merret (Allan, 2003), but it can become a powerful theoretical tool that helps us understand how to address the problem of the biophysical limits of the process of social production.

In a second instance and because of the international concern about the possible emergence of conflicts related to the depletion of water reserves in vast regions of the planet, in instances such as the World Trade Organization (WTO) and the World Water Council (WWC), we tried to attract the virtual water concept to justify the proposal from the international food trade (Hoekstra, 2010).

The major limitation of the concept, properly designated by the critics of virtual water, hidden behind the simple equation proposed by Dr. Allan: since agriculture consumes

La gran limitante del concepto, señalada correctamente por los críticos del agua virtual, se esconde detrás de la sencilla ecuación propuesta por el mismo Dr. Allan: ya que la agricultura consume la mayor parte del agua utilizada por el ser humano, para ahorrar líquido y utilizarlo en las áreas prioritarias hay que inducir el cultivo y la comercialización de alimentos menos intensivos en el uso del agua en aquellos lugares con estrés hídrico. Al respecto y con razón señala Warner que no es posible dar solución a un problema socioeconómico, como el de la gobernanza del agua, con una herramienta ingenieril-hidráulica (Warner, 2007).

Sin embargo, siguiendo la argumentación de Wichelns, es justo reconocer que el concepto de agua virtual es útil para fomentar la conciencia ambiental ya que alerta a las comunidades sobre el valor estratégico del recurso hídrico por las sinergias que existen entre las reservas de agua, el comercio internacional y la seguridad alimentaria. Más aún, la exploración del comercio internacional, la utilización del concepto de agua virtual, nos puede ayudar a entender los procesos de privatización de este recurso estratégico, la creación de la deuda hídrica contraída por ciertos países debido al deterioro de los términos de intercambio ecológico que caracteriza el esquema de libre comercio propio de la globalización.

Por otra parte, el autor plantea un cuestionamiento de suma importancia. Se trata de su evaluación sobre la utilidad teórico-práctica del concepto. Wichelns duda de la capacidad de la idea de agua virtual para ofrecer una evaluación económica consistente del uso del agua debido a que no incorpora información sobre su escasez y sobre los costos de sus posibles usos alternativos.

Es decir, el concepto no incorpora los costos de oportunidad. Ciertamente, en el caso de tener un reducido costo de oportunidad (usos alternativos sin importancia económica), la relevancia de los flujos de agua virtual sería mínima, si y sólo si analizamos el comercio desde la perspectiva neoclásica. Lo anterior es consistente con la teoría ricardiana de las ventajas comparativas del comercio donde la racionalidad de los actores en el mercado depende totalmente de los costos de oportunidad. Por ello, el autor concluye que el concepto de agua virtual no puede ser utilizado como fundamento de las políticas públicas (neoliberales) destinadas a la administración del agua (Wichelns, 2010).

La conclusión es diferente si utilizamos el concepto bajo la perspectiva teórica de la economía ecológica. Bajo esta óptica, lo central es el análisis del metabolismo social, es

most of the water used by humans, to save liquid and used it in priority areas, the crop and marketing of food less intensive in water use in those places with hydric stress must be induced. In this regard and with good reason Warner points out that is not possible to solve a socioeconomic problem, such as water governance, with an engineering hydraulic tool (Warner, 2007).

However, following the arguments from Wichelns, is fair to say that the concept of virtual water is useful to promote environmental awareness, since it alert communities about the strategic value of water resources by the synergies that exist between the water supply, the international trade and food security. Moreover, the exploration of international trade, the use of the virtual water concept, can help us understand the processes of privatization of this strategic resource, creating water debt owed by certain countries due to deteriorating terms of ecological trade that characterizes the free trade scheme of globalization itself.

On the other hand, the author proposes a very important question. It is about his assessment of the theoretical and practical utility of the concept. Wichelns doubts the ability of the idea of virtual water to provide a consistent economic assessment of water use because it does not include information on its scarcity and on costs of its possible alternative uses.

I.e. the concept does not include the opportunity costs. Certainly in the case of having a reduced opportunity cost (alternative uses without an economic relevance), the relevance of virtual water flows would be minimal, if and only if we analyze the trade from the neoclassical perspective. This is consistent with the Ricardian theory of comparative advantage of trade where the rationality of the actors in the market depends entirely on the opportunity costs. Thus, the author concludes that the concept of virtual water cannot be used as a basis for public policy (neoliberal) intended for water management (Wichelns, 2010).

The conclusion is different if we use the concept under the theoretical perspective of ecological economics. Under this perspective, the focus is the analysis of social metabolism; i.e., the study of the pattern of material and energy flow required to meet social needs through the production of goods and services. From this theoretical perspective, the important thing is not to determine the origin of the productive players decisions regarding the use of water resources (depending on alternative uses derivate from market relative costs) but to understand the current dynamic of "exploitation" of nature in

decir, el estudio del patrón de flujo de materiales y energía que se requiere para hacer frente a las necesidades sociales a través de la producción de bienes y servicios. Desde esta perspectiva teórica, lo importante no es determinar el origen de las decisiones de los actores productivos en relación a la utilización del recurso hídrico (función de sus usos alternativos derivados de los costos relativos de mercado) sino entender la dinámica vigente de “explotación” de la naturaleza en función de los límites que presenta la “oferta” natural de recursos, o sea la capacidad de carga de los ecosistemas (Fischer Kowalski, 2003; Martínez-Alier 2004).

El caso de estudio que se presenta en el artículo aborda precisamente una situación en la que la utilización productiva en la agricultura del insumo “agua” se da en un contexto de costo de oportunidad mínimo. Lo anterior pone en perspectiva el argumento de Wichelns pues, como lo demuestran los hallazgos de la investigación, la política pública de gestión hidroagrícola en México se basa precisamente en la utilización de las últimas reservas de agua pura, extraída del subsuelo, como insumo gratuito para el cultivos de exportación -el agua en la zona de estudio no tiene costo de oportunidad dada su gratuidad y abundancia y a la inexistencia de una política efectiva de saneamiento de las descargas urbanas y rurales-.

No es posible comprobar que la política de comercio internacional de alimentos basada en el argumento de eficiencia sugerido por la racionalidad del agua virtual ha sido aplicada a pesar de las sugerencias de la OMC y el CMA. Al contrario: es más probable que los cambios en la estructura comercial de alimentos de algunos países se deban a la escasez real de agua y no a una política deliberada de prevención y utilización eficiente del agua (Hakimian, 2003). Esto no significa que los gobiernos se hayan equivocado en no escuchar las recomendaciones de las agencias internacionales. Como lo establecieron los fundadores de la ciencia económica, en una economía comandada por las fuerzas del mercado la utilización eficiente de los recursos depende de los equilibrios en el esquema de precios relativos los cuales pueden ser alterados, mas nunca supeditados a las decisiones del gobierno.

El agua virtual es el producto del uso de agua del cultivo (UAC) entre la producción (ha). El resultado consiste en la cantidad de metros cúbicos de agua requerida para producir una tonelada de fresa. A su vez, el UAC se obtiene multiplicando el requerimiento de agua del cultivo (RAC)

function of the limitations presented by the natural “offer” of resource, i.e., the carrying capacity of ecosystems (Fischer Kowalski, 2003; Martínez-Alier 2004).

The case study presented in the paper addresses precisely a situation in which the productive use of inputs in agriculture “water” is given in a context of minimum opportunity cost. This puts into perspective the argument from Wichelns therefore, as evidenced by the findings of research, public policy of hydro agricultural management in Mexico is based precisely on the use of the last reserves of pure water, extracted from the subsoil, as free input for export crops-the water in the study area has no opportunity cost, given it is free and abundance and the absence of an effective sanitation of rural and urban discharges.

It is not possible to prove that the international food trade policy based in the efficiency argument suggested by the rationality of virtual water has been applied despite the suggestions of the WTO and the WWC. On the contrary, it is more likely that changes in the food trade structure of some countries are due to water scarcity and not to a deliberate policy of prevention and water use efficiency (Hakimian, 2003). This does not mean that governments have been wrong not to hear the recommendations of international agencies. As established by the founders of economic science, in an economy led by market forces the efficient use of resources depends on the balance in the scheme of relative prices which can be altered, but never subject to government decisions.

Virtual water is the product of crop water use (CWU) between the productions (ha). The result consists in the amount of cubic meters of water required to produce one ton of strawberry. In turn, the CWU is obtained by multiplying the crop water requirement (CWR) multiplied by the result of the division of production between crop yield (according to the IHE method, Hoekstra and Chapagain, 2004).

The method used by the National Water Commission (CNA acronym in Spanish) in Mexico is to multiply the CWR per planted surface. The CWR has been calculated by various national and international institutions through the weighting methodologies including climatic factors as the level of actual evapotranspiration (ETR) in subtropical areas and crop parameters such as metabolic absorption coefficient of Strawberry (k). In the case of the study area, the CNA has determined that the actual ETR is 1 348 mm, which multiplied by 10 results in the CWR (CNA, 2006).

por el resultado de la división de la producción entre el rendimiento del cultivo (según el método del IHE, Hoekstra y Chapagain, 2004).

El método utilizado por la Comisión Nacional del Agua en México consiste en multiplicar el RAC por la superficie sembrada. El RAC ha sido calculado por diversas instituciones nacionales e internacionales a través de metodologías que incluyen la ponderación de factores climáticos como el nivel de evapotranspiración real (Etr) en zonas subtropicales y parámetros del cultivo como el coeficiente de absorción metabólica de la fresa (k). Para el caso de la zona de estudio, la CNA ha determinado que el Etr real es de 1 348 mm, el cual multiplicado por 10 da como resultado el RAC (CNA, 2006).

Por su parte, la huella hídrica del cultivo es el total de agua utilizada para su producción. La huella hídrica es el total del uso de agua del cultivo (UAC) mas la suma algebraica del balance comercial del cultivo. Si es deficitario, hay que restar la diferencia y viceversa. En el caso de estudio no es posible obtener la contabilidad del saldo de la balanza comercial de fresa debido a que este es insignificante para la zona de estudio por lo que el factor externo no aparece reflejado en el modelo -la huella hídrica se refiere únicamente al cálculo del agua derivado de los requerimientos metabólicos de la planta. El uso total del agua, es decir, el gasto por riego se refiere a toda el agua utilizada en un momento dado y expresa otro tipo de fenómenos como la eficiencia hidráulica, la organización social y el sistema de administración del agua. Consideramos que este factor no altera de manera significativa los resultados del modelo, por lo que hemos procedido a realizar los cálculos haciendo abstracción de la balanza comercial de fresa en la zona de estudio.

El Cuadro 1 y Figura 1 describen la relación formal entre los conceptos descritos.

Resultados y discusión

En el sector agrícola nacional la situación del agua es muy preocupante.

Según, Palacios (2004) "...se considera que casi dos terceras partes del territorio nacional se puede considerar árido o semiárido donde el riego es necesario para lograr cosechas seguras y económicamente productivas".

Meanwhile, crop water footprint is the total water used in its production. The water footprint is the total crop water use (CWU) plus the algebraic sum of the trade balance of the crop. If a deficit, subtract the difference and vice versa. In the case study is not possible to get the accounts of the balance of trade balance of strawberry because this is negligible for the study area so that the external factor is not reflected in the model- the water footprint refers only to calculating the derivative water of the plant metabolic requirements. The total water use, i.e., irrigation consumption refers to all water used in a given time and other expresses other phenomenon type as hydraulic efficiency, social organization and water management system. We consider that this factor does not significantly alter the results of the model, so we proceeded to perform the calculations making abstractions of the the strawberry trade balance in the study area.

Table 1 and Figure 1 describe the formal relationship between the concepts described.

Cuadro 1. Lista de fórmulas para el cálculo del impacto hídrico del cultivo de fresa en la zona de estudio.
Table 1. List of formulas to calculate the water impact of the strawberry crop in the study area.

Indicador	Fórmula
Huella hídrica	$HH=UAC + (Xf + Mf)$
Agua virtual	$AV= UAC/prod$
Uso de agua por cultivo	$UAC=RAC= ETr (m) \times 10$ (prod./rend) (Método IHE) $UAC=RAC \text{ Sup sembr}$ (Método CNA)
Agua virtual exportada	$AVX=X (fr) * AV (fr)$

Fuente: elaboración propia con información de Hoekstra y Chapagain (2004), y CNA (2006).

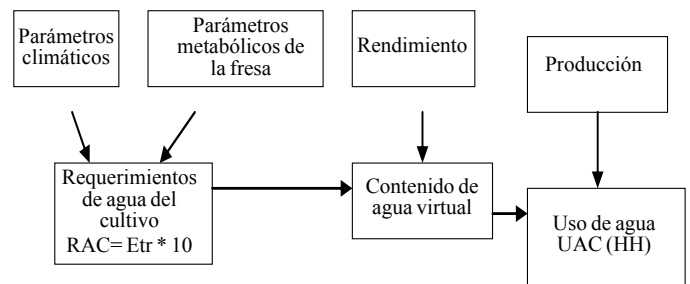


Figura 1. Cálculo de la huella hídrica y el agua virtual. Fuente: Chapagain y Hoekstra, 2004.

Figure 1. Calculation of water footprint and virtual water. In: Chapagain y Hoekstra, 2004.

En estas condiciones adversas, la utilización de agua para riego es muy importante.

“se ha estimado que la eficiencia promedio de riego es 37%. Dicha cifra incluye las pérdidas de conducción, distribución y aplicación parcelaria, e implica que de los 60.5 km³ que se consumen anualmente para el uso agrícola, se desperdician anualmente 38.1 al año. La deficiente aplicación del agua en zonas de riego ha ocasionado el ensalitramiento de alrededor de 600 000 ha en los distritos de riego, lo que representa 20% de las 3.4 millones de hectáreas que se ubican en ellos.” (Aldama, 2004).

Refiere Peña y Hernández, la superficie regada con agua subterránea es de 1.6 millones de ha (2 millones según el BID) en un contexto de sobreexplotación de los acuíferos del país (Peña y Hernández, 2004). A lo anterior es necesario añadir el problema del acelerado deterioro de la calidad de las aguas superficiales. Según el “compendio básico del agua” de la CNA (CNA, 2001), 24% de los cuerpos de agua presentan contaminación, lo que limita su utilización (Tortajada, 2005).

Ante tal situación, el gobierno ha puesto en marcha una serie de estrategias que tienen el objetivo de aplicar la lógica del mercado en el uso y explotación del agua. La creación de mercados de agua y de derechos de explotación, los bancos de agua y el proceso de privatización en la gestión hídrica son tan sólo las medidas más evidentes de esta política. El objetivo de lo anterior consiste en promover la eficiencia económica en la explotación de los recursos hídricos, es decir, promover el posicionamiento del líquido en su espacio económico de máxima valoración marginal. Tal es la racionalidad del comercio internacional de agua virtual, o intercambio de agua contenida en los productos agrícolas, cuyo objetivo consiste precisamente en la localización económicamente eficiente del agua a través del comercio de los cultivos en los que se ha utilizado (Calvillo, 2001; Rubio, 2003).

La implementación del modelo de comercio de agua virtual no es nueva en nuestro país. Desde sus orígenes, y en seguimiento de la tendencia mundial, la inserción del sector agrícola mexicano al mercado mundial se ha basado en la especialización de la producción en cultivos de alto valor agregado e intensivos en el uso de agua.

Autores como Romero (2002) acotan que...“cada vez en mayor medida, los países ricos del mundo como los europeos, Estados Unidos de América, Canadá y Australia se transforman

Results and discussion

In the national agricultural sector the water situation is very worrying.

According, Palacios (2004) "... considering that almost two thirds of the country can be considered arid or semiarid where irrigation is necessary to achieve safe and economically productive crops."

Under these adverse conditions, the use of irrigation water is very important.

"It has been estimated that the average irrigation efficiency is 37%. This figure includes conduction losses, parcel distribution and application, and implies that the 60.5 km³ consumed annually for agricultural use, is wasted annually 38.1 per year. The poor application of water in irrigated areas has caused the salinization of about 600 000 ha in the irrigation districts, representing 20% of the 3.4 million hectares that are located on them "(Aldama, 2004).

Peña and Hernández, the area irrigated with groundwater is 1.6 million ha (2 000 000 according to the BID) in a context of overexploitation of aquifers in the country (Peña and Hernández, 2004). To this must be added the problem of the rapid deterioration of the quality of surface waters. According to the "basic water compendium" of the CNA (CNA, 2001), 24% of water bodies are polluted, limiting their use (Tortajada, 2005).

In this situation, the government has implemented a series of strategies that aim to apply the logic of the market in the use and exploitation of water. The creation of water markets and exploitation rights, water banks and the privatization process in water management are only the most obvious measures of this policy.

The purpose of the above is to promote economic efficiency in the exploitation of water resources, i.e., promoting the positioning of the liquid in its economic area of maximum marginal value. Such is the rationality of the international trade of virtual water or exchange of water content in agricultural products, which aims precisely at the location economically efficient of water through trade of crops that have been used (Calvillo, 2001; Rubio, 2003).

en los principales productores, consumidores, importadores y exportadores de alimentos en escala mundial, reservando a la mayoría de los países pobres el papel de suministradores de productos como hortalizas, frutas, flores y otros productos tropicales, así como de consumidores de sus excedentes alimentarios, principales de granos básicos, oleaginosas, productos lácteos y otros alimentos industrializados”.

Porello, dada la gratuidad del agua de riego y el peso específico de este factor de la producción en la estructura de costos, su ausencia constituye una formidable ventaja competitiva para el productor, capitalizada por el comercializador en el precio de venta del producto. Debido a que estos productos como regla son intensivos en uso de agua los efectos de este subsidio hídrico son importantes -los cultivos no tradicionales son aquellos que intentan suplir a los productos que han dominado la escena en el mercado agrícola internacional en los países pobres. Se trata principalmente de flores, frutas y verduras frescos-.

La Figura 1 da una imagen del lugar que ocupan los productos “no tradicionales” en la estructura del comercio agrícola en nuestro país.

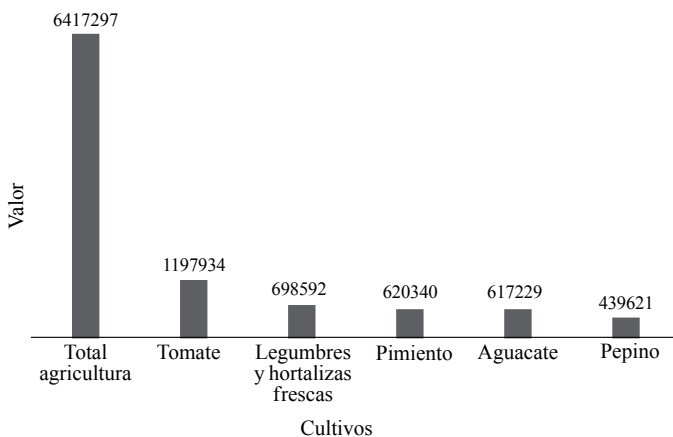


Figura 1. Principales exportaciones agrícolas en 2007. Miles de dólares. Fuente: SAGARPA, SIAP.

Figure 1. Major agricultural exports in 2007. Thousands of dollars. In: SAGARPA, SIAP.

Como resultado de la falta de competitividad de los productos mexicanos tradicionales con respecto a los productos provenientes principalmente los EU, su producción ha disminuido. Al mismo tiempo, la producción de los cultivos no tradicionales ha aumentado relativamente. Tanto en las políticas públicas del sector agrícola como en su desempeño económico es clara la tendencia hacia la consolidación de estos cultivos (Mercado, 2004).

The implementation of the model of virtual water trade is not new in our country. Since its origins, and following the global trend, the inclusion of Mexican agriculture to the world market is based on specialization of the production of high value crops and intensive water use.

Authors as Romero (2002) note that ... “As increasingly rich countries of the world such as Europe, USA, Canada and Australia become major producers, consumers, importers and exporters of food worldwide, reserving most poor countries the role of suppliers of products like vegetables, fruits, flowers and other tropical products, and consumers of their surplus food, major grains, oilseeds, dairy products and other industrialized foods”.

Therefore, given the free irrigation water and the specific weight of this factor of production in the cost structure, its absence constitutes a tremendous competitive advantage for the producer, marketer capitalized in the selling price of the product. Due to these products, as a rule are intensive in its water use the effects of this water subsidy are important -nontraditional crops are those who attempt to supply the products that have dominated the scene in the international agricultural market in poor countries. These are mainly flowers, fresh fruits and vegetables.

Figure 1 gives a picture of the place that “non-traditional” products occupy in the structure of agricultural trade in our country.

As a result of the lack of competitiveness of traditional Mexican products over products mainly from the U.S., its production has declined. At the same time, the production of nontraditional crops has increased relatively. Both in public policies in the agricultural sector as economic performance is clear a trend towards the consolidation of these crops (Mercado, 2004).

The current hydro agricultural scheme of the strawberry crop in the agricultural valley of Zamora, Michoacan, is a good example of this. The study area has been established as the first national producer of strawberries in the country. However, although the area planted is minimal compared to traditional crops (2664 ha in 2005), constitutes the most profitable product, reaching a production value of \$18 million dollars in 2006 (Berdegué and Sanclemente, 2007). Moreover, the metabolic requirements of water in the crop of strawberries are higher: strawberry requires about 40 irrigations while corn uses only 4. Furthermore, the safety

El esquema hidroagrícola actual de cultivo de fresa en el valle agrícola de Zamora, Michoacán, constituye un buen ejemplo de lo anterior. La zona de estudio se ha constituido como el primer productor nacional de la frutilla en el país. Sin embargo, aunque la superficie sembrada es mínima con respecto a los cultivos tradicionales (2 664 ha en 2005), constituye el producto más rentable, alcanzando un valor de producción de 18 millones de dólares en el año 2006 (Berdegué y Sanclemente, 2007). Por otra parte, los requerimientos metabólicos de agua en el cultivo de fresa son los más altos: la fresa requiere cerca de 40 riegos al tiempo que el maíz utiliza tan sólo 4. Además, por los requisitos de inocuidad impuestos por las regulaciones de exportación, la calidad del agua que requiere la fresa debe ser muy alta, generalmente proveniente de pozos profundos o manantiales (Seefoó 2003, CONAFRESA).

El peso específico de los principales cultivos en la zona de estudio se describe en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Superficie sembrada y producción de fresa con respecto a los principales cultivos tradicionales. Michoacán, 1995-2005 (t ha⁻¹).

Table 2. Area planted and production of strawberry in relation to the main traditional crops. Michoacán, 1995-2005 (t ha⁻¹).

Año	1995		2000		2005	
	superficie	producción	superficie	producción	superficie	producción
Fresa	3 807	73 198	3 732	77 432	2 664	69 698
Maíz	571 770	1 293 058	495 741	1 103 374	494 982	1 309 695
Trigo	53 630	243 765	34 123	167 722	39 172	195 072
Frijol	17 213	23 539	14 807	11 402	5 188	5 341

Fuente: SAGARPA-SIAP.

El promedio de agua virtual contenida en la fresa en el valle agrícola de Zamora, de 1997 a 2006 es de 476.6 m³/t, significativamente más elevado que la media mundial el cual alcanza 276 m³/ton.

Los datos señalan una tendencia hacia el descenso de este promedio hasta acercarse a la media mundial. Para dar una explicación de este fenómeno; es decir, el descenso de los niveles necesarios de agua para el desarrollo metabólico de la frutilla en la cuenca del río Duero, adelantamos la hipótesis de que en él influye el cambio de las especies cultivadas hacia fresas estandarizadas por las grandes comercializadoras de fresa (Figura 2).

A continuación se explorará la interrelación de los procesos económicos del cultivo de la fresa vinculados con el proceso de deterioro de las reservas hídricas de la zona de estudio.

requirements imposed by the export regulations, water quality required for strawberry should be very high, usually from deep wells or springs (Seefoó, 2003; CONAFRESA, 2003).

The specific weights of major crops in the study area are described in Table 2.

The average of virtual water contained in strawberry in the agricultural valley of Zamora, from 1997 to 2006 is 476.6 m³/t, significantly higher than the world average which reaches 276 m³/ton.

The data indicate a trend towards a decrease of this average to approach the global average. To explain this phenomenon, i.e., the decrease of water levels needed for metabolic development of the strawberry on the Duero River basin, we advance the hypothesis that in it influences the change of the cultivated species towards standardized strawberries by major trading firms of strawberry (Figure 2).

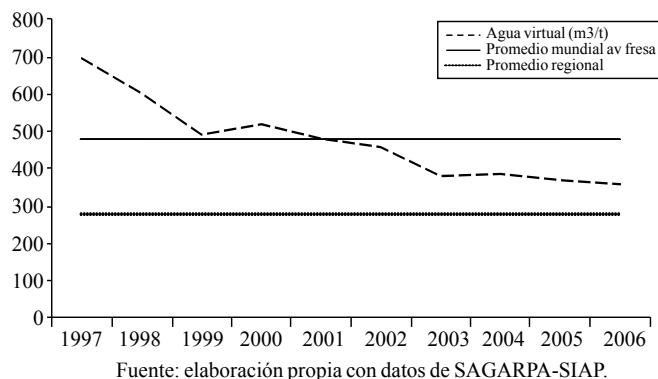


Figura 2. Comparativo de agua virtual en la fresa.
Figure 2. Comparison of virtual water in strawberry.

Next we will explore the interrelation of economic processes of the strawberry crop associated with the deterioration process of water reserves in the study area.

Los datos que se presentan en el Cuadro 3 demuestran la alta rentabilidad que ofrece la comercialización de la fresa. Calculada como el cociente de los precios de venta por los costos de producción, el dato demuestra las condiciones preferenciales del cultivo de fresa (15.94%) sobre la media (9.49%) y sobre el cultivo de mayor presencia en la zona: el maíz (4.6%).

Como lo reflejan los datos obtenidos, el incremento del peso específico de la economía fresera en la zona de estudio se ha dado junto con la consolidación del proceso de transferencia de agua hacia el extranjero a través de las exportaciones de la frutilla. La novedad histórica del proceso consiste en que, en la nueva etapa de preeminencia de los mecanismos de mercado, ante la contaminación de las fuentes superficiales, la explotación del líquido se ha transferido hacia las últimas reservas de agua limpia localizadas en el subsuelo.

Cuadro 3. Resultados comparativos de la fresa y maíz.
Table 3. Comparative results of strawberries and maize.

	Superficie	Rendimientos (prod/sup)	Costos	Precios	Rentabilidad
Maíz	981 17	5.7	6 327 5	1 368 5	4 62
Fresa	1 758 39	23.5	7 9736 2	5 001 45	15 94
Media	1 1624 51	13.79	2 4131 03	2 540 54	9 49

Fuente: CNA, 2006.

El incremento de los ingresos en las exportaciones de fresa en relación a las exportaciones de agua virtual muestra el fortalecimiento del peso específico que tiene el agua virtual en el valor de las exportaciones. Ante la situación del deterioro de la calidad del agua en la zona de estudio, la relación descrita expresa una mayor valoración indirecta de la calidad del agua limpia en el mercado mundial de fresas. El aumento de los ingresos de las exportaciones se explica por el aumento del volumen de fresa exportada y las fluctuaciones de precios de mercado en los productos de alto valor, pero también se relaciona con el valor de mercado del agua prístina trasvasada a través del mecanismo de exportación de agua virtual (Figura 3).

Los datos obtenidos dan una idea del costo biofísico del deterioro en los términos de intercambio ecológico del modelo de comercio internacional. La referencia fundamental la constituye la venta de más 356 mil toneladas de fresa (786 801 153.76 lb) con un valor de más de un billón de dólares -A precios nominales al por menor de 2007, \$2.22 dólares la libra en EU. (Departamento de agricultura de los EE. UU.)-, con un flujo aproximado de

The data presented in Table 3 demonstrate the high profitability offered by the marketing of strawberries. Calculated as the ratio of sales prices per production costs, the figure shows the preferential terms of strawberry crop (15.94%) on average (9.49%) and over the major crop in the region: maize (4.6%).

As reflected in the data, the increase in the specific weight of strawberry economy in the study area is given along with the consolidation of the water transfer process abroad through exports of strawberries. The historical novelty of the process is that, in the new era of dominance of market mechanisms, to pollution from surface sources, exploitation of the liquid has been transferred to the last reserves of fresh water located underground.

The increase in revenues in strawberry exports in relation to virtual water exports reflects the strengthening of specific weight that virtual water export has in the value of exports. Given the situation the deterioration in water quality in the

study area, the relation described expresses a higher indirect assessment of the quality of fresh water in the world market of strawberries. The increase in export revenues was due to the increased volume of exported strawberry and fluctuations in market prices of high value products, but also related to the market value of the pristine water diverted through the mechanism of virtual water exports (Figure 3).

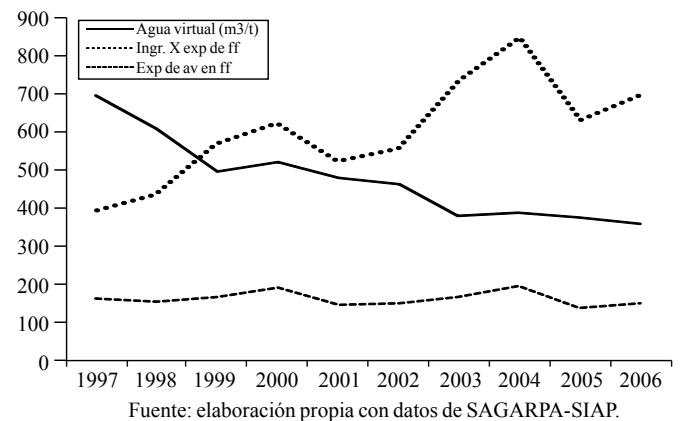


Figura 3. Dinámica comparativa del av (d).
Figure 3. Comparative dynamic of av (d).

163 Hm³ de agua virtual de 1997 a 2006. Los cálculos de la exportación de agua virtual en la zona de estudio se exponen en el Cuadro 4.

The data give an idea of the biophysical cost from deterioration in terms of ecological exchange of the international trade model. The basic reference is the sale of

Cuadro 4. Exportaciones de agua virtual a través de la fresa de 1997 a 2006.

Table 4. Virtual water exports through strawberry from 1997 to 2006.

Años	Producción de fresa destinada a procesado (tn)	Exportaciones de fresa procesada (tn)	Producción de fresa destinada a fresca (tn)	Exportaciones de fresa fresca (tn)	Exportaciones totales de fresa (tn)	Exportaciones de agua Virtual contenida en la fresa (m ³)
1997	24 796 50	21 077 02	8 265 50	2 314 34	23 391 36	16 326 918
1998	27 426	23 312 10	9 142	2 559 76	25 871 86	15 729 568
1999	35 706.75	30 350 73	11 902 25	3 332 63	33 683 36	16 639 402
2000	39 136 50	33 266 02	13 045 50	3 652 74	36 918 76	19 234 278
2001	32 762 25	27 847 91	10 920 75	3 057 81	30 905 72	14 865 305
2002	35 028 75	29 774 43	11 676 25	3 269 35	33 043 78	15 265 866
2003	46 326	39 377 10	15 442	4 323 76	43 700 86	16 649 700
2004	53 420 25	45 407 21	17 806 75	4 985 89	50 393 10	19 552 484
2005	39 716 25	33 758 81	13 238 75	3 706 85	37 465 66	14 011 910
2006	44 006 25	37 405 31	14668 75	4 107 25	41 512 56	14 902 808
Totales	378 325 50	321 576 67	126 108 50	35 310 38	356 88705	163 178 239

Fuente: cálculos elaborados por el autor con base en datos Oiedrus y Berdegué y Sanclemente (2007).

Conclusiones

El concepto de agua virtual constituye una herramienta útil para entender uno de los aspectos más representativos de las sinergias entre la producción y la naturaleza: la relación entre la producción de alimentos y la utilización de agua en la agricultura. Lo innovador de esta idea consiste en que vincula conceptualmente la producción agrícola, el comercio de alimentos y el consumo de agua por lo que representa un medio efectivo para promover la conciencia ambiental tanto a escala local como regional, en los gobiernos y las comunidades, entre los campesinos y los productores agroindustriales.

El concepto de agua virtual puede contribuir al desarrollo de investigación fundamental destinada a descifrar el sentido de las estrategias neoliberales de modernización en la agricultura, las formas de privatización del agua y de apropiación del recurso hídrico por medio de su conversión en un insumo-mercancía en el mercado mundial. Se puede, finalmente, tener una idea clara de la dimensión de los procesos de sobreexplotación de las reservas de agua en los países dependientes y así entender la generación de una deuda ecológica expresada en el usufructo privado de la renta hídrica generada en la exportación de productos agrícolas.

over 356 000 tonnes of strawberries (786 801 153.76 lb), with a value of more than a billion dollars - to nominal retail prices of 2007, \$ 2.22 per pound in the USA (Department of Agriculture from USA), with a flow rate of 163 Hm³ of virtual water from 1997-2006. Calculations of virtual water exports in the study are shown in Table 4.

Conclusions

The concept of virtual water is a useful tool for understanding one of the most representative aspects of synergies between production and nature: the relationship between food production and water use in agriculture. The innovative aspect of this idea is that conceptually links agricultural production, food trade and water consumption, thus represents an effective mean to promote environmental awareness both locally and regionally, in governments and communities, between farmers and agribusiness producers.

The concept of virtual water can contribute to the development of fundamental research aimed at deciphering the meaning of neoliberal strategies of modernization in agriculture, forms of water privatization and appropriation

El caso de estudio, la exportación de agua virtual en la fresa cultivada en el valle agrícola de Zamora, intenta ilustrar algunos de los aspectos relevantes relacionados con las posibilidades (y limitaciones metodológicas) de medición y las implicaciones que el cálculo del agua virtual y sus flujos tiene para la agricultura mexicana. Más allá de las cifras globales, lo importante es señalar la tendencia hacia la apropiación de las últimas reservas locales de agua prístina, para ser utilizadas como insumo gratuito que fomente la competitividad de las exportaciones agrícolas. En un contexto de escasez hídrica nacional, la política económica en el sector y la estrategia de explotación del agua que la acompaña representan un ejemplo de la "modernización" neoliberal necesaria para la integración al mercado mundial. El resultado ha sido un cambio en la estructura de cultivos, favoreciendo la exportación de productos no tradicionales intensivos en el uso de agua sobre la producción de granos: justo como lo proponen la OMC y el CMA, pero al revés.

Literatura citada

- Aldama, Á. 2004. El agua en México: una crisis que no debe ser ignorada. *In*: Jacobo, M. y Saborio, E. (coord.). La gestión del agua en México: los retos para el desarrollo sustentable. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México, D. F. 11-31 pp.
- Allan, A. 2003. Virtual water-the water, food and trade nexus. Useful concept or misleading metaphor?. *Water international*, IWRA. Vol 18. N. 1. (consultado noviembre, 2011 de <http://www.soas.ac.uk/water/publications/papers/file38394.pdf>).
- Barrera, G. y Sánchez, C. 2003. Caracterización de la cadena agroalimentaria/agroindustrial nacional, identificación de sus demandas tecnológicas: fresa. Programa Nacional Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología. Fundación Produce Michoacán. México, D. F. <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit26.pdf>. 25 p.
- Berdegú, J. y Sanclemente, X. 2007. La fresa en Michoacán. Los retos del mercado. Gobierno de Michoacán. <http://www.rimisp.org/getdoc.php?docid=12398>. 149 p.
- Bravo, T. y Figueroa, F. 2002. El proyecto de Arcediano y el abastecimiento de agua potable en la zona conurbada de Guadalajara. Análisis de la Universidad de Guadalajara. México, UDG. 275 p.
- of water resources through its conversion into an input-merchandise in the world market. Finally it can have a clear idea of the dimension of the processes of overexploitation of water reserves in the dependent countries and thus understand the generation of an ecological debt expressed in the private usufruct of the water income generated in the water export of agricultural products.
- The case study, of virtual water exports in strawberries grown in the agricultural valley of Zamora, attempts to illustrate some of the relevant aspects related to the possibilities (and methodological limitations) of measurement and the implications of virtual water calculation and the flows that has for Mexican agriculture. Beyond the overall numbers, it is important to note the trend towards appropriation of the last local reserves of pristine water, to be used as free input to promote competitiveness of agricultural exports. In a context of national water scarcity, economic policy in the sector and the exploitation strategy accompanying water represent an example of neoliberal "modernization" necessary to integration into the world market. The result has been a shift in the cropping pattern, favoring the export of intensive nontraditional products in the use of water on grain production: just as proposed by the WTO and the WWA, but in reverse.

End of the English version



- Calvillo, A. 2001. Los efectos de la liberalización comercial en la agricultura en México. *In*: Leff, E. y Bastida, M. (coord.). Comercio, medio ambiente y desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe. UNE. México, D. F. <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/leff07.pdf>. 281-293 pp.
- Chapagain, A. and Hoekstra, A. 2004. Water footprints of nations. (consultado diciembre, 2006). <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf>.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2006. Plan maestro del distrito de riego 061. México, CNA. Documento oficial entregado de manera electrónica en el distrito de riego.
- Consejo Nacional de la Fresa (CONAFRESA). Información estadística y cartográfica, México (consultado noviembre, 2008). <http://conafresa.com/>.
- Earle, A. 2001. The role of virtual water in food security in southern Africa. Water study group. University of London. (consultado marzo, 2012). http://www.wca-infonet.org/cds_upload/1068650752351_virtual.pdf.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2005c. The Statistics Division. (consultado mayo, 2012). <http://www.fao.org/es/ess/top/country.jsp>
- Fisher-Kowalski, M. y Huttler, W. (1999). Society's metabolism. The intellectual history of materials flow analysis, Part II. 1970-1998. *Journal of industrial ecology*. Recuperado de internet el 3 de mayo de 2012 de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.1998.2.issue-4/issuetoc>. Vol. 2 Núm. 4. 107-136 pp.
- Fraiture, Ch. 2004. Does international cereal trade save water? The Impact of virtual water on global water use", IWMI, Research Report No. 4, Sri Lanka. (consultado enero, 2012). <http://www.iwmi.cgiar.org/Assessment/files/pdf/publications/ResearchReports/CARR4.pdf>.
- Hakimian, H. 2003. Water scarcity and food imports: an empirical investigation of the virtual water "hypothesis" in the MENA region. (consultado noviembre, 2001). <http://eprints.soas.ac.uk/8304/>.
- Hoekstra, A. 2003. Virtual water: an introduction. *In: virtual water trade. Proceedings on the international experts meeting on virtual water trade. The Netherlands, IHE*. (consultado febrero, 2012). <http://www.waterfootprintnetwork.org/Reports/Report11.pdf>.
- Hoekstra, A and Hung, P. 2004. Globalisation of water resources: international virtual water trade flows in relation to crop trade. *Global environmental change*. 45-56. (consultado enero, 2012). <http://www.ihe.nl/downloads/projects/report12-hoekstra.pdf>.
- Hoekstra, A. 2010. The relation between international trade and freshwater scarcity. WTO. (consultado junio, 2012). http://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd201005_e.pdf.
- Hohm, R. 2004. Virtual trade in water. Canada's responsibilities. (consultado febrero, 2012). <http://www.confronting-water-scarcity.ca/files/presentations/rogerhohm.pdf>.
- Martínez-Alier, J. 1999. Introducción a la economía ecológica. España: Rubes. Serie textos básicos para la formación ambiental, México: PNUMA. Recuperado de internet de http://www.posgradofadu.com.ar/archivos/biblio_doc/libro-CURSO_ECONOMIA_ECOLOGICA-Martinez-Alier.pdf. 144 p.
- Martínez-Alier, J. 2004. Marx, energy and social metabolism. *Encyclopedia of energy* Elsevier Inc. 3:825-834.
- Mercado, E. 2004. Cultivos no tradicionales y su potencial de exportación como frutos mínimamente procesados en México. Universidad de Querétaro. (consultado junio, 2012). http://www.ciad.mx/dtaov/XI_22CYTED/images/files_pdf/edmund.pdf.
- Palacios, E. 2004. El agua en el sector agrícola. *In: Jacobo, M. y Saborio, E. (coord). La gestión del agua en México: los retos para el desarrollo sustentable*. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México, D. F. 139-157 pp.
- Romero, E. 2002. Un siglo de agricultura en México. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México, D. F. http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/siglo-agricultura-mexico/id/37953330.html.
- Rubio, B. 2003. Explotados y excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la dase agroexportadora neoliberal. Plaza y Valdés (ed.). México, D. F. 239 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.
- Seefooó, J. 2003. La calidad es de Bayer, la intoxicación... ¡de Usted! México: El Colegio de Michoacán. 348 p.
- Shreier, H. Lavkulich, L. and Brown, S. 2007. Real and virtual water and water footprints: a comparison between the Lowe Frase Valley and the Okanagan Basin. Final report for the Walter and Duncan Gordon Foundation. Canadá: U de la Columbia Británica. (consultado marzo, 2012). <http://www.gordonfn.org/resfiles/Final%20Report-Virtual%20Water2.pdf>.
- Tortajada, C. y Sandoval, R. 2005. Hacia una gestión integrada del agua en México: retos y alternativas. México: Porrúa. 461 p.
- Warner, J. 2007. Virtual water-Real people: useful concept or prescriptive tool. IWRA. *Water International*. 32:1. (consultado noviembre, 2011). <http://www.thirdworldcentre.org/warner.pdf>.
- Wichelns, D. 2010. Virtual water: a helpfull perspective, but not a sufficient policy criterion. *Water resour mange*. (consultado noviembre, 2011). <http://www.springerlink.com/content/q323k042w48688j2/>.