

Resumen

El “agua virtual” y la “huella hídrica” términos relacionados a nuevos criterios de utilización del agua los cuales son aplicados a toda actividad industrial, agropecuaria y de servicios como parámetro para medir el impacto ambiental que debería traducirse en una política internacional y nacional para el uso sustentable de recursos finitos, como ser el agua.

El agua virtual y la huella hídrica van ganando terreno en el campo de la investigación científica tanto de expertos, como de instituciones nacionales y ha despertado el interés de las organizaciones internacionales entre las se destaca las Naciones a través de la FAO, la OMC y el Programa Hidrológico Internacional.

La metodología adoptada ha sido el estudio minucioso de distintas investigaciones individuales, grupales e informes científicos de organismos internacionales en la cual se trata los novísimos criterios tales como la huella hídrica, el agua virtual, las aguas azules, las aguas verdes, las aguas marrones y las aguas grises, todos ellos desarrollado en enjundiosas investigaciones y reuniones de expertos internacionales.

Los hallazgos sobre estos criterios han sido contundentes, de un asunto científico que hasta hace poco tiempo no se tenía en cuenta en cuanto a la utilización racional y sostenible del agua en los países, en las regiones y a nivel global.

La distinción de países exportadores e importadores de agua virtual depende del clima sea árido, semi árido y de abundantes fuentes de agua para la producción de bienes y servicios en el planeta.

El Paraguay se encuentra entre los países de fuentes abundante de los recursos hídricos superficiales, subterráneos y de acuíferos y sistema de acuíferos. No por eso se debe renunciar a estudios más acabados basados en estos novedosos criterio de uso del agua por el contrario las instituciones gubernamentales así como las universidad deben prestar especial y estratégica atención al avance de la ciencia y la tecnología hídrica. El país es un verdadero hidropoder de América del Sur ya que viene utilizando las aguas superficiales para distintos usos tales como la central de Yacyretá y la Central de Itaipú y los programas específicos sobre aguas subterráneas tales como el Acuífero Guaraní en la Región Oriental y el acuífero Yrendá-Toba- Tarijeño en la región Occidental.

Las conclusiones de esta investigación tienen que ver acerca de la necesidad de ponernos a tono con el avance de la ciencia y la tecnología del aprovechamiento de los recursos hídricos. Las universidades como centros de investigación tienen que modernizarse y propiciar mediante científicos y técnicos investigaciones sobre este tema y las instituciones gubernamentales, con los auspicios de organizaciones internacionales, lograr un paso adelante en el progreso de la investigación científica y las nuevas técnicas de aprovechamiento del agua contenida en los productos y servicios para el progreso del país.

Abstract

“Virtual water” and “water footprint” are terms related to new criterion of use of water which is applied to all activities: industrial, agricultural and services as parameter to weigh the environmental impact that should be translated into an international and national policy to promote sustainable use of finite resources, such as water.

Virtual water and water footprint have gained momentum in the scientific community of experts and national institutions and have raised interest in international organizations.

The methodology used has been an in depth analysis of different individual and group investigations and scientific reports from international organizations where such novel criterion such as water footprint, virtual water, blue, green, brown and grey waters all of which have been developed after investigations and international experts` meetings.

Findings regarding this criterion have been abundant, from a scientific issue that was not taken into account not long ago to the rational and sustainable use of water in countries, regions and at a worldwide level. The distinction made in export and import countries regarding virtual water depends on the climate, whether it is arid, semi-arid and on the abundance or not of water for the production of food and services on the planet.

Paraguay is a country that has an abundance of water resources (superficial, underground and aquifers). However, such fact cannot deter research of it based on the novel criteria of use of water; on the contrary, government institutions as well as universities must pay special and strategic attention to the advance of science and technology on the subject. Paraguay is a true hydropower in South America since it has been applying different uses to superficial waters such as its use in the power plants Yacyretá and Itaipú and specific programs for underground waters such as Guaraní Aquifer in the eastern region of the country and the Yrendá-Toba- Tarijeño.

The conclusions of this research are that as a country we need to keep abreast of scientific and technological advances in water resources use. Universities and research centres need to modernize and start fostering scientific and technical research on the subject and government institutions, with international assistance, need to promote progress in scientific investigation and new techniques of water use applied to products and services for the advancement of the country.

Agua virtual y Huella Hídrica: Novísimos criterios sobre la utilización del agua en el mundo

Fernando B. Costantini

Instituto de Altos Estudios Estratégicos (IAEE)

Teniente Héctor Vera No 2622

Asunción, Paraguay

Teléfono: +595 21 662302

Correo electrónico: fbc@tigo.com.py

Introducción

En un mundo de avances científicos y tecnológicos sorprendentes el recurso agua va tomando mayor importancia. La normatización de las aguas superficiales y confinadas crea nuevos criterios de utilización de los recursos hídricos.

Se habla hoy en día de cómo las personas pueden influir en los sistemas hídricos de otras partes del mundo, uno de ellos es el comercio internacional de productos agrícolas e industriales en el cual se establece una relación entre la demanda de productos intensivos en agua y el uso de agua para la producción de dichos productos en diversos países.

El uso de agua para producir productos destinados a la exportación para el mercado global influye significativamente en los cambios de los sistemas hídricos locales. Al comprar un consumidor, sean estos países o individuos, productos agrícolas, los consumidores ejercen una presión sobre los recursos hídricos de uno y otro país, y esto contribuye a minar los acuíferos y agotar o contaminar los acuíferos mundiales.

El comercio internacional de productos agropecuarios e industriales así como de servicios implica transferencias de la hoy llamada *agua virtual* que resume la utilización para producir un bien y por lo tanto entran y salen de un país, que en la actualidad se estima en millones de metros cúbicos de agua.

Hoekstra, et al (2010) cuestionan lo siguiente “¿Es eficiente importar agua virtual si los recursos hídricos internos son escasos? ¿Cuáles son las implicaciones de importar agua virtual en término de la dependencia del agua resultante?”. Una vez que se entra en el ámbito del agua y el comercio internacional surgen otras cuestiones. Si se importan productos intensivos en agua desde lugares lejanos, los impactos negativos del uso del agua en la zona de producción resultan invisibles para el consumidor. Si a esto le sumamos el hecho de que normalmente solo una pequeña fracción del coste total del uso de agua se incluye en el precio de los productos, apenas existen incentivos para que los consumidores cambien sus hábitos de consumo o contribuyan de algún otro modo a mitigar problemas en materia de agua que les resultan distantes. Así surgen nuevas cuestiones ¿Cuáles son las teleconexiones invisibles entre el consumo intensivo de productos intensivos en agua en algunos lugares del planeta y los impactos del uso del agua en otros lugares? ¿El comercio internacional de productos intensivos en agua contribuye al crecimiento y limitado del consumo de productos intensivos en agua en un planeta en el que el agua es un recurso cada vez más escaso”?

Creación de nuevos conceptos

Allan (2001) introdujo el concepto de *agua virtual* al estudiar la posibilidad de, importar *agua virtual*, en contraposición al *agua real*, como una solución parcial a los problemas de escasez de agua en el Oriente Medio. Éste desarrolló la idea de utilizar la importación de agua virtual, que acompaña a las importaciones de alimentos, como un instrumento para reducir la presión sobre los escasos recursos hídricos internos. De esta forma la importación de *agua virtual* se convierte en una fuente de agua alternativa, junto a las fuentes de agua endógenas. Haddadin (2003) la denomina “al agua virtual importada como agua exógena.” Entiende el autor que “el contenido de agua virtual de un producto, materia prima, bien o servicio es el volumen de agua dulce utilizado para producir dicho producto, medido en el lugar donde efectivamente se produjo. Es la suma del uso de agua en las distintas fases de la cadena de producción”. También el contenido de agua virtual de un producto se puede definir como el volumen de agua que se habría necesitado para producirlo en el lugar donde se consume. El adjetivo virtual hace referencia al hecho de que la mayor parte del agua usada para producir un producto está contenida en el producto en sí. El contenido de agua real del producto suele ser insignificante en comparación con el contenido de agua virtual.

La definición de *agua virtual*, entonces, comprende el agua que contiene los productos de bienes y servicios; significa el agua utilizada para producirlo. Se constituye por sí en una herramienta esencial para calcular el uso real del agua de un país, o su *huella hídrica* que equivale al total de la suma del consumo doméstico y la importación de agua virtual del país, menos la exportación de su agua virtual. De esta forma esta denominación es un indicador útil de la demanda del país respecto a los recursos hídricos del planeta. Otra definición de *huella hídrica* de una persona o una comunidad denota el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir bienes y servicios que consumen dicha persona o comunidad. La *huella hídrica* se expresa en término de volumen de uso de agua al año. El *agua virtual* se estima en función de los productos que contienen y no en forma independiente de los mismos.

A nivel individual, la *huella hídrica* es igual a la cantidad total de agua virtual de todos los productos consumidos según Hoekstra, et al; (2007) Es un concepto que se usa para determinar la demanda de agua de un país determinado, con relación a los recursos hídricos disponibles en el planeta y puede ser un instrumento de política hídrica, a una utilización más racional tanto a nivel nacional, regional y global.

Se menciona en distintos estudios científicos internacionales que una dieta a base de carne supone una *huella hídrica* mucho mayor que una dieta vegetariana o sea un promedio de 4.000 a 1.500 litros de agua al día. Ser consciente de la *huella hídrica individual* puede ayudar a utilizar el agua con más precaución según UNESCO; (2004). El agua es necesaria para la producción de casi todos los productos. Por ejemplo, para la producción de un kilogramo de granos, bajo condiciones climáticas y de precipitaciones favorables, es necesaria entre 1.000 y 2.000 kilogramos de agua. En un país árido o semi árido se estima entre 3.000 y 5.000 kilogramos de agua. (Hoekstra, et al; 2002) Iza; (2004) estima que la clasificación de agua se diferencia entre aguas del dominio público, aguas de dominio privado (*res nullius* y *res communis*) tiene en cuenta *el agua real o agua visible*. En tanto que el *agua virtual* es aquella que está incorporada en los productos finales.

Hay que identificar entre *agua virtual*, *agua verde o biológica*, *agua azul*, *el agua marrón* y *agua gris*. La primera ya fue mencionada; la segunda, *agua verde o biológica* es la aquella que se encuentra en la biosfera. *El agua azul* se denomina al agua dulce. Estas dos no son virtuales sino

aguas reales o sea que se refieren a aguas existentes en la Naturaleza. No tienen relación con las mercancías producidas en tanto que al ser utilizada en la producción de bienes y servicios se convierten en virtuales en especial la cantidad de ellas contenidas en el producto final.

El agua marrón es aquella que se encuentra en el suelo y disponible para ser utilizada por la vegetación y los cultivos. Es considerada *agua en tránsito* porque se hallan en los sustratos inferiores por medio de la fuerza de gravedad para llenar los acuíferos o en tránsito para arriba por medio de la fuerza capilar para descargar los acuíferos saturados. Son en realidad *aguas subterráneas en tránsito*, las cuales por saturación de los acuíferos, suben a la superficie (Jaquenod de Zsogon; 2005). Esta autora, enfatiza que el *agua marrón* es la base fundamental del *agua virtual*. También destaca de aquellas aguas invisibles o agua no evidente para definir aquel líquido presente en el suelo y aquel que se utiliza para producción Y *el agua gris* es aquella contaminada

Las aguas subterráneas según Marienhoff; (1996) son aquellas que se encuentran o corren debajo de la superficie de la tierra. *El suelo* se define como un sistema dinámico natural de minerales no consolidados y de materia orgánica en la superficie de la tierra. Es el producto de procesos físicos, químicos, biológicos, incluyendo la disolución de rocas y la descomposición de la vegetación. (Jaquenod de Zsogon; 2005). El suelo comprende capas organizadas en forma paralela a la superficie de la tierra, formadas por la interacción de materiales, clima, organismos y la topografía en periodo prologando de tiempo,

El agua utilizada en el mundo que se destina a la exportación de agua virtual.

Dentro de ésta se tienen estudios internacionales en los cuales el 67% se relaciona con el comercio de cultivos; 23% con el comercio de cárnicos, y 10% se vincula con el comercio de productos industriales.

Entre los principales productos agrícolas en el comercio de *agua virtual* están el trigo 30.20; soja 17.07, arroz 15.36; maíz 8.85, azúcar 7.20; cebada 4.88; Girasol 2.71, sorgo 2.01, banano 1.97; uvas 1.86; avena 1.43; tabaco 1.31 y nueces 0.91.

Hoekstra, et al (2007) señalan como los exportadores netos de agua virtual son América del Norte, América del Sur, Asia Suroriental y Oceanía mientras que los importadores de agua virtual son África del Norte, Asia Central, Asia Meridional y Medio Oriente. Como ejemplo de lo mencionado, como países exportadores e importadores de agua virtual en el mundo, periodo 1995 y 1999 son en las Américas por ejemplo, la Argentina, en volumen neto exportado llega a (10.9 m³) 226.3; Brasil 45.0, Estados Unidos 758.3, Canadá 272,5, Paraguay 42.1, Uruguay 12.1 y Bolivia 5.3; en tanto que los importadores, entre otros, está, Japón 297.4, Países Bajos 147,7, Corea del Sur 112.6, España 82.5, Alemania 67.9, Italia 64.3, Arabia Saudita 54.4, México 44.9 Colombia 33,4, Perú 27.1, e Israel 23.0.

El agua virtual es una solución para las economías con escasez de agua por cuanto que éstos en lugar de utilizar sus escasos recursos para irrigación de cultivos pueden importar alimentos y otros productos de otros países y reducir la presión sobre sus propios recursos de agua real.

Cómo calcular el contenido de agua virtual de un producto agrícola

El contenido de agua virtual (m³/t) de cultivos se calcula como el uso del agua en el campo (m³/h) dividido por el rendimiento del cultivo (t/ha). El uso de agua del cultivo depende de las necesidades de agua del cultivo y del agua disponible en el suelo. El agua del suelo se repone de forma natural a

través de la lluvia o de forma artificial a través de riego. Las necesidades de agua equivalen a la cantidad total de agua necesaria para la evapotranspiración en condiciones de crecimiento ideales entendidas por tales el mantenimiento de una humedad del suelo adecuada por las lluvias o la irrigación de modo que ni el crecimiento de las plantas ni el rendimiento del cultivo se vean limitados. (Hoeskstra, et al; 2010). Existen modelos de la FAO; 2006 para las necesidades de agua de un cultivo determinado bajo circunstancias climáticas particulares. *El uso de agua real* del cultivo es igual a las necesidades de agua del cultivo si el agua de lluvia es suficiente o si su escasez se compensa mediante irrigación. Para tener en consideración, en caso de déficit de agua de lluvia y ausencia de riego, el uso de agua real del cultivo es igual a la precipitación efectiva.

Si un cultivo primario se procesa en dos o más productos diferentes por ejemplo, la soja se obtiene harina de soja y aceite de soja se debe repartir el contenido de agua virtual del cultivo primario entre sus diferentes productos de forma proporcional al valor de cada uno de ellos.

El contenido de agua virtual de animales vivos debe calcularse a partir del contenido de agua virtual de su alimentación y del volumen de agua de boca y para servicios que consumen a lo largo de su vida (Chapagain, et al; 2003). Se tiene que tener en cuenta la edad del animal en el momento del sacrificio y la dieta del animal durante las diferentes etapas de su vida.

Uso de agua para productos agropecuarios.

Los productos pecuarios tienen mayor contenido de agua virtual que los productos agrícolas. En una explotación industrial, de media pasan tres años antes del sacrificio de un animal para producir unos 200 kg de carne vacuno deshuesa. Durante ese periodo de tiempo el animal consume casi 1.300 kg de cereales, 7.200 de forraje, 24 m³ de agua de boca y 7m³ de agua para servicios. Lo que en definitiva indica que para producir un kilo de carne de vacuno deshuesada se utiliza unos 6.5 kg de cereales, 36 kg de forraje y 155 litros de agua. En el caso del maíz, el trigo y el arroz integral es de 900, 1.300 y 3.000 m³/t respectivamente mientras que el contenido de agua virtual de la carne de pollo, cerdo y vacuno es de 3.900, 4.900 y 15.500 m³/t.

El contenido de agua virtual de los productos varía enormemente de un país a otro, en función del clima de la tecnología empleada en la explotación y del rendimiento correspondiente.

Para elaborar una hamburguesa se necesita 2.400 litros de agua, en su mayor parte para la carne vacuna y un vaso de leche necesita 200 litros.

El contenido de agua virtual medio global de algunos productos por unidad de producto pueden ser un tomate (70g) contiene 13 de agua virtual en litros, la papa (100g), 25 litros de agua virtual, una naranja (100g), 60 litros de agua virtual, un huevo (40g) su contenido de agua virtual en litros es de 135, un vaso de leche alcanza un contenido de agua virtual en litros 200, un par de zapatos (piel de vacuno) llega a usarse 8.000 litros de agua virtual.

Uso de agua para productos industriales

El contenido de agua virtual se puede calcular de forma similar a la descrita para los productos agrícolas y el consumo de productos industriales. Se estima el volumen global de agua utilizada en el sector industrial es de 716 000 millones de m³ anuales. El contenido de agua virtual medio global de los productos industriales es de 80 l/US. En Alemania y los países bajos el contenido de agua virtual medio es de 50 l/US mientras que los productos industriales de Japón, Australia y Canadá suponen 10 a 15 l/US.

Agua para servicios domésticos

El uso de agua para fines domésticos difiere de un país a otro. Aumenta el uso per cápita de forma proporcional a la renta nacional bruta per cápita, pero el incremento se reduce en los niveles altos de renta. A un nivel elevado de renta de 33 mil dólares per cápita anual de los EE.UU., el uso doméstico de agua asciende a 200 m³ por persona al año.

Las diferencias entre los países pueden explicarse por la renta, el clima, las tecnologías aplicadas y los hábitos de consumo de agua. El agua para servicios domésticos suele obtenerse por fuentes locales. (Hoekstra, et al; 2010)

La suma global de los flujos internacionales de agua virtual oscila entre uno y dos billones de m³ anuales (Zimmer, et al; 2013) lo que significa que el uno o dos por ciento de las precipitaciones que caen sobre la tierra se utiliza para fabricar productos para la exportación a otros países. El estudio completo sobre flujos internacionales de agua virtual es el que se obtuvo del comercio de productos agrícolas ganaderos e industriales, centrado en el período 1997-2011. (Hoekstra, et al; 2004)

Los flujos de agua virtual entre países “m³/año” se pueden calcular multiplicando los flujos comerciales de productos (t/año) por su contenido de agua virtual asociado (m³/t). Estas informaciones se pueden obtener en la división de estadísticas de las Naciones Unidas (COMTRADE) que cubre más de 90% del comercio mundial.

Para estimar los flujos internacionales de agua virtual en relación con el comercio de productos industriales se tiene que calcular las importaciones y exportaciones de agua virtual multiplicando datos monetarios relativos al comercio internacional de productos industriales (US/ año) por datos específicos de cada país sobre el contenido de agua virtual medio por dólar de productos industriales (m³/US). Este último dato se ha calculado para cada país dividiendo el uso de agua del sector industrial (FAO; 2006) por el valor añadido en el sector industrial según el Banco Mundial y los datos sobre comercio de productos industriales se han basado en la Organización Mundial de Comercio (2004)

Se recomienda que con base al actual modelo de comercio mundial que influye en el uso de agua en la mayoría de los países, que en el futuro los estudios sobre políticas nacionales y regionales en materia de agua, incluyan una estimación de los efectos del comercio sobre la política del agua.

Inconvenientes de la importación de agua virtual como solución a la escasez de agua

El ahorro de recursos hídricos nacionales de agua mediante la importación de agua virtual a través de productos intensivos en agua necesita que se considere en forma explícita en el contexto de la necesidad de generar divisas suficientes para importar alimentos; el riesgo de perder autosuficiencia alimentaria; una mayor urbanización, pues la importación reduce el empleo en el sector agrícola; declive económico y empeoramiento de la gestión territorial en las áreas rurales; disminución del acceso de los pobres a la comida; y mayor riesgo de impacto ambiental en los países exportadores que generalmente no se tiene en cuenta en el precio de los productos importados.

Se calcula que el 16% del uso de agua global corresponde a la exportación por lo que ante la creciente globalización del comercio es importante prestar atención al tema de la eficiencia en el uso del agua global. (Gleick; 1993) (FAO; 2006)

Huella hídrica

La huella hídrica se desarrolló en la década de 1990 por Rees, et al (1999). Para estos autores, *la huella hídrica de un país* tiene dos componentes: interno y externo. La interna se define como el

volumen de recursos hídricos internos empleado para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes del país. En definitiva equivale al volumen de agua total utilizado de los recursos hídricos internos en la economía nacional menos el volumen de exportaciones de agua virtual a otros países como resultado de la exportación de productos del país en cuestión.

La huella hídrica externa de un país se define como el volumen anual de recursos hídricos usados en otros países para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes del país analizado. Equivale a las importaciones de agua virtual, al país menos el volumen de agua virtual exportado a otros países como resultado de la reexportación de productos importados. La huella hídrica interna como la externa incluyen el *uso consuntivo* de agua azul o agua subterránea y superficial, el uso consuntivo de agua verde, o sea agua de lluvia infiltrada y captada y la producción de agua gris o aguas subterráneas y superficiales contaminadas.

La huella hídrica global es de 7.45 billones de m³ anuales, lo que supone un promedio de 1 240 m³/ año por persona. *La huella hídrica verde* de los humanos en el planeta es de 5.33 billones de m³ anuales, mientras que *la huella hídrica azul* asciende a 2.12 billones de m³ anuales.

Factores determinantes directos de la huella hídrica de un país

Los factores determinantes de la huella hídrica de un país son el volumen de consumo en relación con la renta bruta; los hábitos de consumo, por ejemplo elevado o bajo consumo de carne; el clima y las prácticas agrícolas eficientes en el uso de agua. En los países ricos la gente suele consumir más bienes y servicios, lo que se traduce en una mayor huella hídrica. Otro factor que influye es el clima. En regiones con una elevada demanda evaporativa las necesidades de agua por unidad de producción agrícola son relativamente elevadas.

En muchos países pobres, una combinación de condiciones climáticas desfavorables y malas prácticas agrícolas que resultan en una baja productividad influye en una huella hídrica significativa.

La huella hídrica como indicador del uso de agua

La huella hídrica de un país es un indicador del uso del agua que muestra los volúmenes y las ubicaciones del uso de agua en relación con el consumo de los habitantes del país. Del volumen y los hábitos de consumo dependen las condiciones en que se producen los bienes de consumo.

El agua virtual en el ámbito internacional

Las referencias al agua virtual son muy escasas, indirectamente se refieren al tema en el capítulo concerniente a recomendaciones en lo que hace al uso del agua para la agricultura al señalar que los países deben: tener en cuenta los principios de la administración integrada de tierras y aguas; adoptar políticas de fijación de precios con miras a fomentar la utilización eficiente del agua y financiar los costos de explotación y mantenimiento; intensificar los trabajos sobre determinación de las necesidades de agua para los cultivos; y considerar incentivos convenientes tales como la salvaguardia de los derechos al agua para los agricultores y alentar a los propietarios de tierras bajo riego a que adopten prácticas de administración compatibles con las necesidades de la ordenación de recursos a largo plazo. (Organización de las Naciones Unidas; 1977).

Durante la Conferencia Internacional sobre Agua y Ambiente se adoptó la llamada *Declaración de Dublín sobre el agua y el desarrollo sostenible* (Organización de las Naciones Unidas; 1992) que estableció varios principios entre los que se destaca es el principio 4º que señala que el agua tiene

un valor económico en todos sus diversos usos, en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico. Esta afirmación de bien económico no es aceptada en varios ámbitos científicos. Algunos como Barlow; (2009), Petrella; (2004), y Shiva; (2004) lo consideran como un derecho universal

En cuanto a la producción agrícola, la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Ambiente (Organización de las Naciones Unidas; 2002) se destacó el hecho de que la seguridad alimentaria es para muchos países una cuestión de alta prioridad, por lo cual la agricultura debe proporcionar alimentos para atender las necesidades de una población creciente y economizar agua para distintos usos.

Las medidas sugeridas en el plan de aplicación de esa conferencia sobre desarrollo sostenible fueron adoptar medidas de prevención y protección para promover el aprovechamiento sostenible del agua y resolver el problema de la escasez; emplear todos los instrumentos normativos disponibles incluida la reglamentación, la vigilancia, las medidas de carácter voluntario, los instrumentos del mercado y la informática, la ordenación del uso de la tierra y la recuperación de los costos de los servicios relacionados con el agua; fomentar una utilización de los recursos hídricos y promover su distribución entre sus diversos usos; formular y aplicar planes integrados de ordenación de territorio y de uso del agua basados en la utilización sostenible de los recursos renovables y en la evaluación integrada de los recursos socioeconómicos; promover programas que aumenten de manera sostenible la productividad de la tierra y la utilización de la tierra de los recursos hídricos en la agricultura, la silvicultura, los humedales, la pesca artesanal y la acuicultura mediante enfoques basados en las comunidades locales y autóctonas; promover la conservación y el uso y la gestión sostenibles de los sistemas agrícolas tradicionales y fortalecer los modelos autóctonos de producción agrícola.

Conclusiones

El agua como líquido vital está siendo estudiado por las ciencias y la tecnología con vista a un uso racional que promueva el bienestar de la humanidad. Diversas organizaciones internacionales, institutos internacionales como universidades del mundo e investigadores individuales han creado nuevos criterios para la utilización de las aguas que se hace mención en este trabajo tales como el agua virtual, la huella hídrica, las aguas verdes, azules, marrones y grises que permiten estudios amplios y profundos sobre un recurso finito que se debe promover y protegerlo.

Estos criterios son novedosos para la comunidad internacional en cuanto que se determina la cantidad de agua virtual en las exportaciones de bienes y servicios de los países ricos en recursos hídricos y las importaciones de bienes y servicios de países con escasez de recursos hídricos importantes.

De esta forma se tiene en el ámbito científico y técnico atinente a los recursos hídricos globales nuevos criterios que podrán ser analizados y aplicados racionalmente en países, regiones y en el mundo entero.

Con estos nuevos criterios las organizaciones internacionales y los estados podrán seguir las recomendaciones de los científicos e ir elaborando modelos de utilización de los recursos hídricos en especial del agua virtual en cada uno de los productos importados y exportados mediante el comercio internacional.

Todo ello, siguiendo el motto de las Naciones Unidas que hace unas décadas lanzó a la opinión pública internacional preocupada por los recursos hídricos globales: *UNA SOLA TIERRA*.

BIBLIOGRAFIA

- Allan, J.A.** (1999) "Water stress and global mitigation." ALN #45, E.E.U.U.
- Allan, J.A.** (2001) "The Middle East water question: Hydro politics and de global economy." Ed. Tauris, Inglaterra.
- Allan, J.A.** (2003). "Virtual water: the water, food and trade nexus. Useful concept or misleading metaphor in Water International". Water International, Volume 28, Issue 1, E.E.U.U.
- Allen, R.G; Pereira, L.** (1998) "Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos." FAO, # 56, Italia.
- Barlow, M.** (2009). "Agua, Pacto Azul. A crise global da água e a batalha pelo controle da água potável no mundo." Ed. M. Brooks do Brasil, Brasil.
- Barrere, M.** (1978) "La tierra, patrimonio común." Ed. Paidós, España.
- Bogarín, J.; Castelein, S.** (2003). "Artículos seleccionados de La Conferencia Internacional: Del conflicto a la cooperación en la gestión de los recursos hídricos internacionales. Desafíos y oportunidades." UNESCO- IHE, PCCP Publication, # 31, Francia.
- Chapagain, A.K** (2006) "Globalisation of water. Opportunities and threats of virtual water trade. Doctoral Thesis," UNESCO-IHE, Holanda.
- Chapagain, A.K; Hoekstra, A.Y.** (2010). "Globalización del agua. Compartir los recursos de agua dulce del planeta." Editorial Marcial Pons, España
- Chapagain, A.K; Hoekstra, A.Y.** (2007) "The global component of fresh water demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products.," Water International, Holanda
- Cleick, P.H.** (1993) "Water in crisis: A guide to the world's freshwater resources." Ed. Oxford University Press. Inglaterra.
- Cosgrave, W. J, Rusberman, F.R.** (2000) "World water vision: Making water everybody's business." Ed. Earthscan, Inglaterra.
- Green Cross International** (2000) "National sovereignty and international water courses." Cruz Verde, Suiza
- Haddadin, M.J.** (2003) "Exogenous water: A conduit to globalization of water resources". Virtual water trade. Value of Water Research Report Serie, # 12. UNESCO-IHE, 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. National Institute for Public Health and the Environment. Holanda.
- ICWE** (1992) "Declaración de Dublín sobre agua y desarrollo sostenible. Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente." , Irlanda.
- McGeeney, K.; Nakagawa, M.** (2005) "The Human Right to Water: Legal and Policy Dimensions by Salman M.A. Salman and Siobhan McInerney-Lankford." Sustainable Development Law & Policy, Winter 2005, 71
- Molina, J.S.** (1981) "Hacia una nueva agricultura." Ed. Ateneo. Argentina
- Myers, N.** (1992) "El futuro de la tierra." Ed. Celeste. España.
- Oki, T.; Kanae, S.** (2004) "Virtual water trade and world water resources" Water Science and Technology, # 49, E.E.U.U.
- Organización de las Naciones Unidas** (1977). "Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua.", E.E.U.U..
- Organización de las Naciones Unidas** (2002). "Informe de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible.", Sudáfrica.
- Organización de las Naciones Unidas** (2003) "Aguas para todos. Agua para la vida. Informe de la Naciones Unidas sobre desarrollo de los recursos hídricos en el mundo." Ed. Berghahn Brooks. Inglaterra.
- Organización de las Naciones Unidas** (2004) "Informe de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Los diez primeros años". E.E.U.U.
- Organización de las Naciones Unidas** (2004) "Informe sobre Desarrollo Humano" E.E.U.U.
- Organización de las Naciones Unidas** (2006) "El agua una responsabilidad compartida. 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo." Ed. Publishing, Inglaterra.
- Petrella, R.** (2004) "El Manifiesto del agua. Argumentos a favor de un Convenio Mundial del Agua." Ed. Icaria. España.
- Postel, S.** (1993) "El último oasis. ¿Cómo afrontar la escasez de agua?". Ed. Apóstrofe Divulgation. España.

- Priceless, A.** (2003) "A survey of Water." The Economist, 19 de Julio de 2003. E.E.U.U.
- Reboucas, A.** (2004) "Uso inteligente da agua." Ed. Escritura. Brasil.
- Rees, W.E.** (1992) "Ecological footprints and appropriated charring capacity that urban economics leave out" Environment and Urbanization # 4. E.E.U.U.
- Shiva, V.** (2002) "Las guerras del agua. Contaminación, privatización y negocio." Ed. Icaria. España
- Tecalff, L.** (1985) "Water law in historical perspective." Willim S. Hein Company. EE.UU.
- Villers, M.** (2001) "Agua. El destino de nuestra fuente de vida más preciada." Ed. Peninsula- Antalya. España.
- Yang, H; Wang L.** (2003) "A Water resources threshold and its implications for food security." Hydrology and Earth System Sciences, # 10.
- Zimmer D.; Renault, D.** (2010). "Virtual water in food production and global trade in En Hoekstra, A.Y (Ed) Virtual water trade. Proceeding of International Expert Meting on Virtual Water trade." Value Water Research Report Series, # 12. UNESCO- IHE, Holanda.