



ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA Mesa Redonda sobre Agua.

La Ingeniería y la Infraestructura de Manejo de Agua en el Uruguay para
un Desarrollo Sostenible: la Cuenca del Río Santa Lucía.

Huella Hídrica: ¿un nuevo paradigma?
Acad. Ing. Alberto Hernández

Fecha y hora: Miércoles 18 de junio de 2014, 18h
Lugar: Facultad de Ingeniería, Universidad de Montevideo.
Luis P. Ponce 1307

SUMARIO

- Antecedentes
- Definiciones
 - Agua virtual
 - Huella hídrica (verde, azul, gris)
- Métodos de cálculo
- Ejemplo
- Huella Hídrica: ¿un nuevo paradigma?

Antecedentes

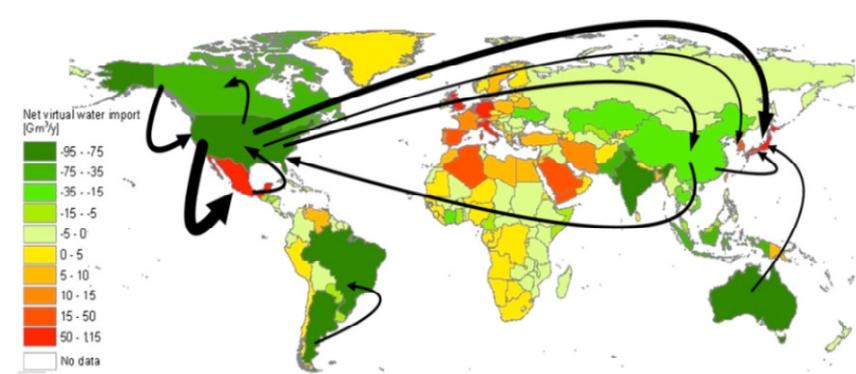
- Se tiende a usar el concepto de **huella** para informar sobre el uso/consumo/impacto de una sustancia (CO₂, agua) o de la energía por parte de un **producto/proceso/organización**.
- **Huella de carbono:** herramienta que permite cuantificar las emisiones de GEI que genera un producto, proceso u organización. Se intenta extrapolar el concepto al caso del agua.
- Documento “Product Environmental Footprint (PEF) Guide” de la Comisión Europea, (basado en el análisis de ciclo de vida), en el que se definen una serie de **huellas medioambientales**.

Definiciones

- **Agua virtual** es el volumen total de agua utilizada directa e indirectamente para la elaboración de un **producto**.

Este concepto fue introducido en 1998 por Tony Allan - galardonado con el Premio del Agua de Estocolmo en 2008 por esta innovación-, en su publicación sobre los problemas de escasez de agua en el Medio Este: “*Virtual Water: A Strategic Resource, Global Solutions to Regional Deficits*” (Allan, 1998).

Balance de agua virtual por país y dirección de flujo virtual bruto, relacionado con el comercio agrícola e industrial (1996 – 2005) (Hoekstra y Mekonnen – 2012)



Definiciones

- La **huella hídrica** es un indicador de la utilización del agua que considera tanto el **uso directo** de agua como el **uso indirecto** por los consumidores y productores. La huella hídrica de un individuo, una comunidad o una organización se define como el **volumen total de agua necesaria para producir los bienes y los servicios** consumidos por el individuo, la comunidad o la organización. (Hoekstra, 2011)
- La **huella hídrica** consiste en la **métrica** que cuantifica los **impactos ambientales potenciales** relacionados con el agua (ISO).

- **Huella hídrica** es un concepto introducido en 2002 por Arjen Hoekstra y P. Hung, como un **indicador integral de la apropiación humana de los recursos de agua dulce, más allá de la medida tradicional y restringida de extracción de agua.**

▶ La huella hídrica es una medición del **volumen de agua consumida** (evaporada o no retornada a la fuente) y de la **capacidad de asimilación utilizada.**

▶ La huella hídrica es un indicador **geográficamente y temporalmente explícito.**

▶ La huella hídrica se puede calcular para un **proceso**, para un **producto**, para un **consumidor**, para un **productor** (por ejemplo, una empresa privada, organismo público), para una **región** (p. ej. una cuenca hidrográfica), para un **país**. Puede considerarse una extensión del concepto de Agua Virtual.

La huella hídrica total, se compone de la **huella hídrica verde, azul y gris.**

Componentes de la Huella Hídrica

[Hoekstra et al., 2011]

Huella hídrica verde

▶ volumen del agua de lluvia almacenada en el suelo que es evaporado o incorporado en un producto

Huella hídrica azul

▶ volumen de agua superficial o subterránea que es evaporado, incorporado en un producto, o no retornado a su fuente

Huella hídrica gris

▶ volumen de agua necesario para asimilar contaminantes

- **Huella hídrica verde** es el volumen de agua de lluvia almacenada en el suelo, que es evaporada o incorporada al producto durante el proceso de producción.

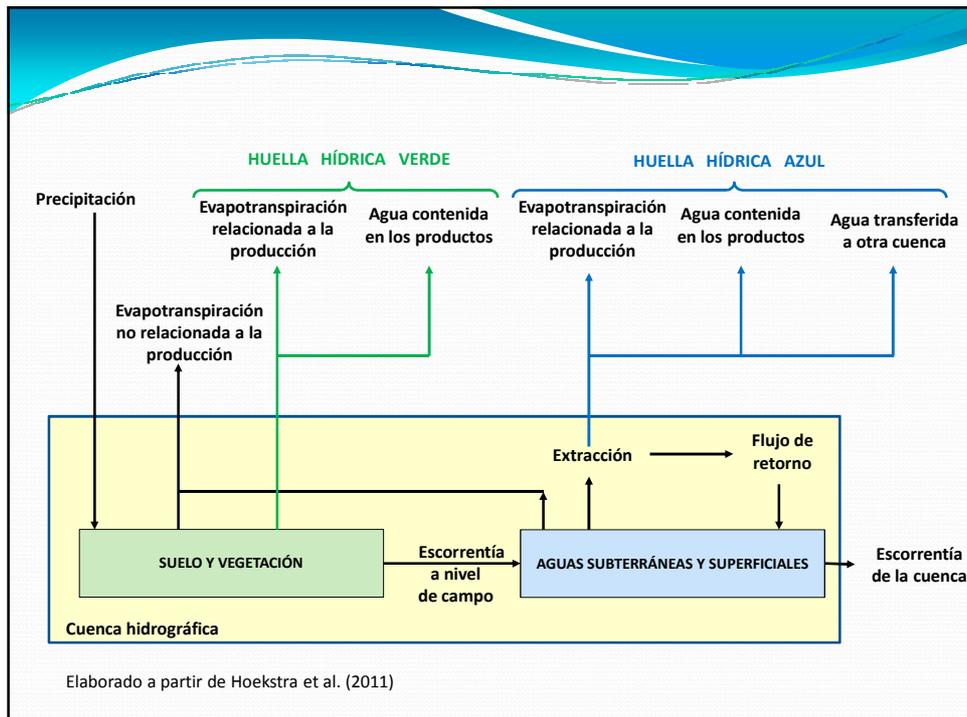
Esto es particularmente relevante para los productos agrícolas y forestales y se refiere a la evapotranspiración del agua de lluvia a través de las plantaciones, así como al agua incorporada en el producto de la cosecha (grano, forraje, madera, etc.)

- **Huella hídrica azul** es un indicador del uso consuntivo del agua superficial y subterránea.

Por “uso consuntivo” se entiende el agua evaporada, incorporada al producto o devuelta a otra cuenca o al mar, como resultado de la producción de un bien o servicio.

- Puede verse como la cantidad de agua extraída, superficial o subterránea, que no vuelve a la cuenca de la que fue retirada.





- **Huella hídrica gris** es un indicador del nivel de contaminación del agua dulce que es asociable con un proceso.

Se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes hasta llegar a concentraciones que cumplan con normas de calidad de agua.

Se calcula como el volumen de agua que hipotéticamente se debería usar para diluir los contaminantes hasta el punto en que la calidad del agua cumpla con las normas de calidad acordadas.

Huella Hídrica Gris para fuentes puntuales:

L = carga de contaminante agregada al curso de agua (en masa/tiempo)

$L_{crítica} = Q_{curso} \cdot (C_{máx} - C_{nat})$ Carga crítica

$$HH_{gris} = \frac{L}{L_{crítica}} \cdot Q_{curso} \quad \begin{array}{l} (Q \text{ en volumen/unidad de tiempo}) \\ (L \text{ en masa/unidad de tiempo}) \end{array}$$

$$HH_{gris} = \frac{L}{(C_{máx} - C_{nat})} = \frac{Q_{efl}C_{efl} - Q_{ext}C_{act}}{(C_{máx} - C_{nat})}$$

Huella Hídrica Gris para fuentes difusas:

Sigue siendo válida la ecuación anterior:

$$HH_{gris} = \frac{L}{L_{crítica}} \cdot Q_{curso} \quad \begin{array}{l} (Q \text{ en volumen/unidad de tiempo}) \\ (L \text{ en masa/unidad de tiempo}) \end{array}$$

Pero en este caso L corresponde a una carga difusa
(por ejemplo, escorrentía de agroquímicos hacia un curso de agua)

Se propone una estrategia de evaluación en tres niveles de precisión creciente, pero también de complejidad de evaluación creciente.

Huella Hídrica Gris para fuentes difusas:

Nivel 1

Estima la cantidad de la sustancia que llega al curso de agua o al agua subterránea como una fracción de la cantidad aplicada al suelo. La fracción de arrastre se deriva de la literatura existente y depende de cada sustancia.

Es una estimación primaria, con fines de "screening".

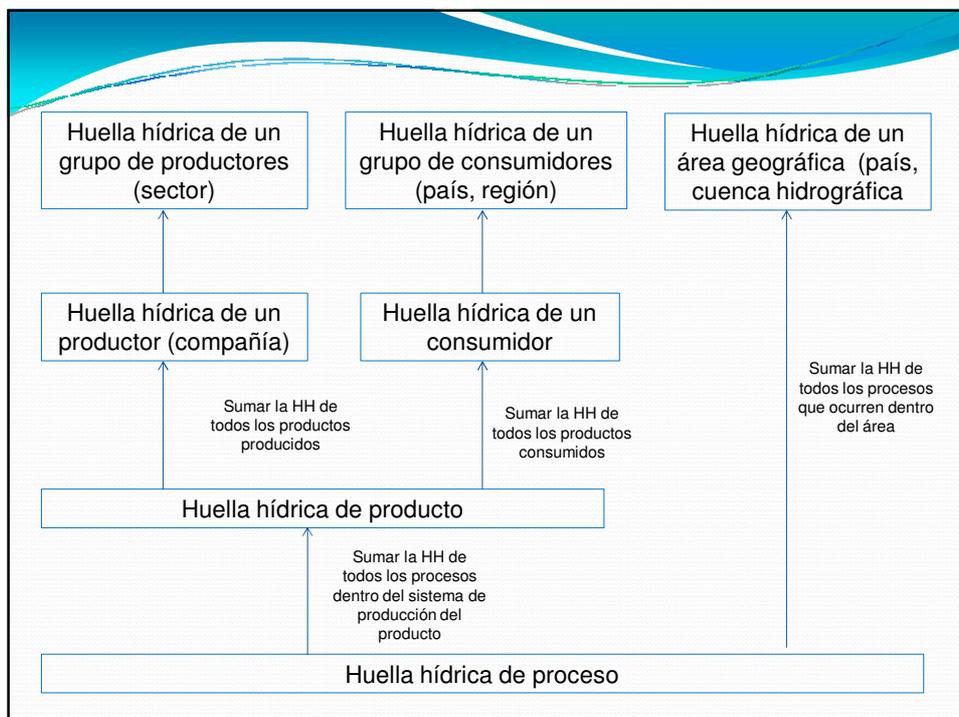
Nivel 2

Aplica modelos de cálculo simplificados, basados en datos fácilmente obtenibles (hidrología, tipo de suelo, datos climáticos, topografía).

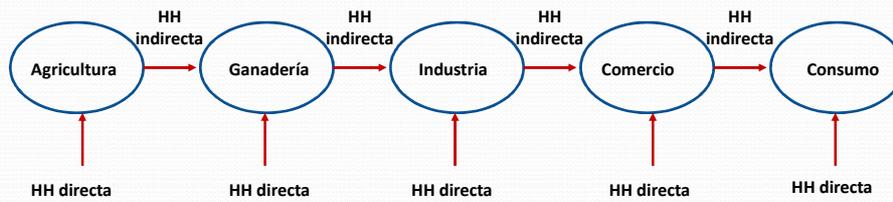
Nivel 3

Aplica modelos más sofisticados o intensivos en datos de entrada,

Hasta ahora, casi todas las estimaciones de HH gris han sido de Nivel 1.



- Huella hídrica a lo largo de una cadena de suministro



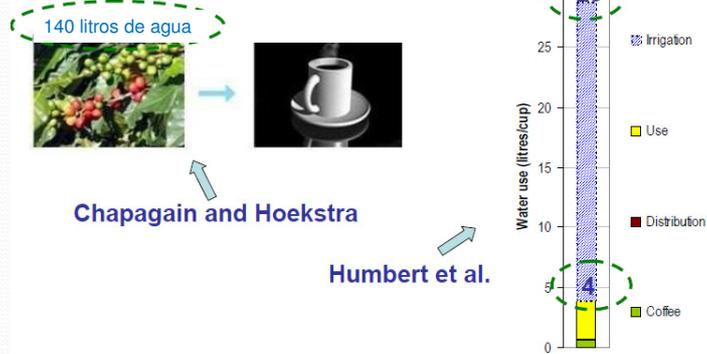
The water footprint of different commodities

Commodity	Unit	Global average water footprint (litres)
Apple or pear	1 kg	700
Banana	1 kg	860
Beef	1 kg	15,500
Beer (from barley)	1 glass of 250 ml	75
Bio-diesel from soybean	1 litre	14,000
Bio-ethanol from maize	1 litre	2,600
Bio-ethanol from sugar beet	1 litre	1,400
Bio-ethanol from sugar cane	1 litre	2,500
Bread (from wheat)	1 kg	1,300
Cabbage	1 kg	200
Cheese	1 kg	5,000
Chicken	1 kg	3,900
Chocolate	1 kg	24,000
Coffee	1 cup of 125 ml	140
Cotton	1 shirt of 250 gram	2,700
Cucumber or pumpkin	1 kg	240
Dates	1 kg	3,000
Eggs	one 60-gram egg	200
Goat meat	1 kg	4,000
Groundnuts (in shell)	1 kg	3,100
Leather (bovine)	1 kg	17,000

Lettuce	1 kg	130
Maize	1 kg	900
Mango	1 kg	1,600
Milk	1 glass of 250 ml	250
Milk powder	1 kg	4,600
Olives	1 kg	4,400
Orange	1 kg	460
Paper	1 A4 (80 gram/m2)	10
Pasta (dry)	1 kg	1,900
Peach or nectarine	1 kg	1,200
Pizza margherita	0.725 kg	1,200
Pork	1 kg	4,800
Potato	1 kg	250
Rice	1 kg	3,400
Lamb	1 kg	6,000
Sugar (from sugar cane)	1 kg	1,500
Sugar (from sugar beet)	1 kg	935
Tea	1 cup of 250 ml	30
Tomato	1 kg	180
Wine	1 glass of 125 ml	120

Source: Water Footprint Network (www.waterfootprint.org)

Dos ejemplos de resultados de huella hídrica: 1 taza de café



- ¿Diferencias de cálculo?
- ¿Diferencias de tecnología de producción?
- ¿Diferencias geográficas?

Método de cálculo I: Water Footprint NETWORK

Red fundada en 2008 por:

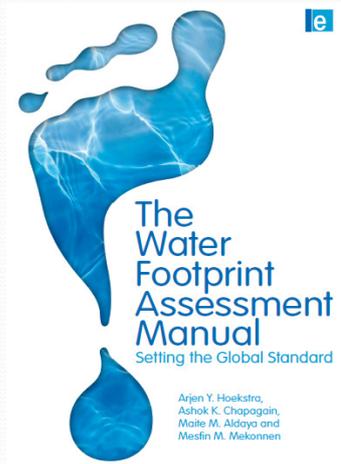


Actualmente integrada por cientos de entidades socias (empresas, universidades, organismos internacionales):



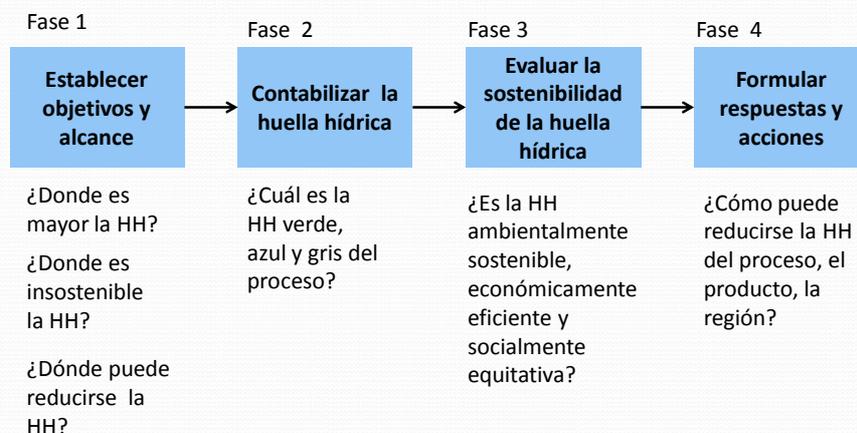
Método de cálculo I:

Water Footprint
NETWORK



- 1ª versión: 2009
- 2ª versión: 2011
- Continúan generando documentos específicos, p.ej. Guías para la contabilización de la Huella Hídrica Gris (Diciembre 2013)

Evaluación de la Huella Hídrica: Cuatro fases



Evaluación de la Huella Hídrica

Water Footprint
NETWORK

Según Hoekstra, la Evaluación de la Huella Hídrica es un marco que nos permite:

- Comprender la **distribución geográfica y temporal de los recursos de agua** para la industria, la agricultura y el abastecimiento de agua doméstica
- Evaluar la **sostenibilidad, la eficiencia y la equidad del uso** del agua: el consumo y la contaminación
- Identificar las **acciones más estratégicas** que se deben tomar, a escala local, regional, nacional y global, individual y colectivamente

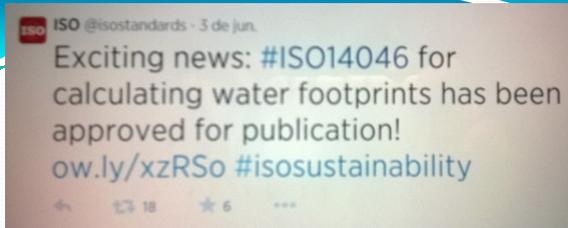
Método de cálculo II:



International
Organization for
Standardization

Norma ISO 14046 – Huella hídrica. Principios, requerimientos y directrices

DRAFT INTERNATIONAL STANDARD	ISO/DIS 14046
Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines	
1 Scope	
This International Standard specifies principles, requirements and guidelines related to water footprint assessment of products, processes and organizations based on life cycle assessment (LCA).	
This International Standard provides principles, requirements and guidelines for conducting and reporting a water footprint assessment as a stand-alone assessment or as part of a more comprehensive environmental assessment.	
The result of a water footprint assessment is a single value or a profile of indicator results.	
NOTE Specific requirements and guidelines for organizations are given in Annex A.	



Noticia de aprobación de la Norma ISO 14046 publicada en Twitter por ISO (03/06/2014)



Foto tomada por uno de los participantes de la reunión en Panamá donde se aprobó la Norma ISO 14046 y subida a la página de Facebook de ISO.

facebook

Norma ISO 14046 – Huella hídrica.

Principios, requerimientos y directrices

- La huella hídrica consiste en la **métrica** que cuantifica los **impactos ambientales potenciales** relacionados con el agua.
- Surge como necesidad de unificar los numerosos esquemas de cálculo existentes actualmente para evaluar la huella hídrica, ya que los resultados son diferentes.
- Surge por la necesidad de tener esquemas de verificación y certificación asociados al agua.
- Es una consecuencia lógica de la norma ISO 14064 – 14067 sobre gases de efecto invernadero y huella de carbono .
- Se basa en los conceptos de análisis de ciclo de vida (norma ISO 14044)
- **Será publicada en Julio – Agosto de 2014**

Ejemplo de aplicación de Huella Hídrica:

HUELLA HIDRICA DEL SECTOR AGROPECUARIO EN LA CUENCA DEL RIO SANTA LUCIA

Ing. Agr. Enrique Estol, Lic. Lucía Matteo

31/3/2011

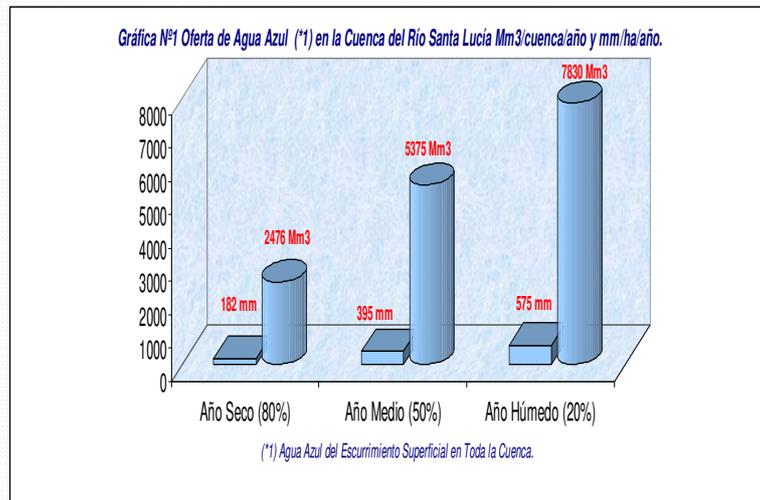
Estudio realizado como parte del proyecto de “Fortalecimiento de la capacidad de análisis de vulnerabilidad y sustentabilidad ambiental sobre usos de los recursos hídricos en relación con el cambio climático”, ejecutado por UNESCO en el marco del Programa Hidrológico Internacional y la DINAGUA-MVOTMA como contraparte gubernamental.

“El trabajo constituye una aproximación a la aplicación práctica del concepto de huella hídrica (según se define en Hoekstra et al, 2009¹), como aporte al desarrollo de una gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del Río Santa Lucía.”

Suposiciones de cálculo

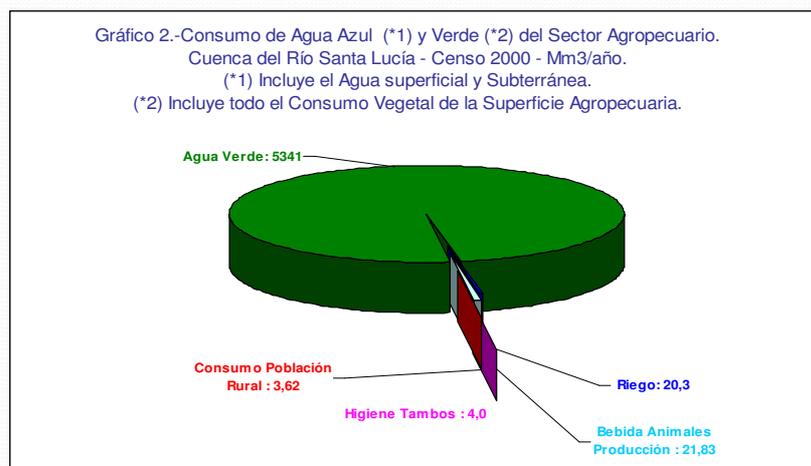
- Para los cálculos y estimaciones se basa en datos de estudios previos (JICA- DINAMA, convenio DINAGUA (MVOTMA) – UDELAR, consultorías de OEA, FAO, etc.)
- Agua azul – Cuantifica solamente agua superficial, por no haber tenido acceso a datos completos de agua subterránea.
- Agua verde – Asume que el 50% de la lluvia anual promedio de 1200 mm se almacena en los suelos y está disponible para los vegetales (resultados de consultoría FAO – DINAGUA 2010).
- Agua gris – Evalúa tres contaminantes: DBO5, N total, P total. Para las fuentes difusas se asume que el 10% de los contaminantes llegan a las fuentes de agua superficial y subterránea (estrategia Nivel 1). Se tomó como nivel de calidad exigido el vertido a curso (Art. 11 Decreto 253/79 y modificativos)

Principales resultados



Fuente: Estol & Matteo (2011)

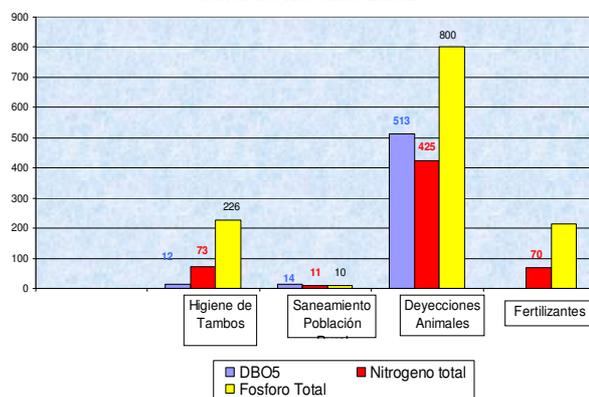
Principales resultados



Fuente: Estol & Matteo (2011)

Principales resultados

Gráfico 3.-Consumo de Agua Gris en Mm3/año del Sector Agropecuario (*1), en la Cuenca del Río Santa Lucía.

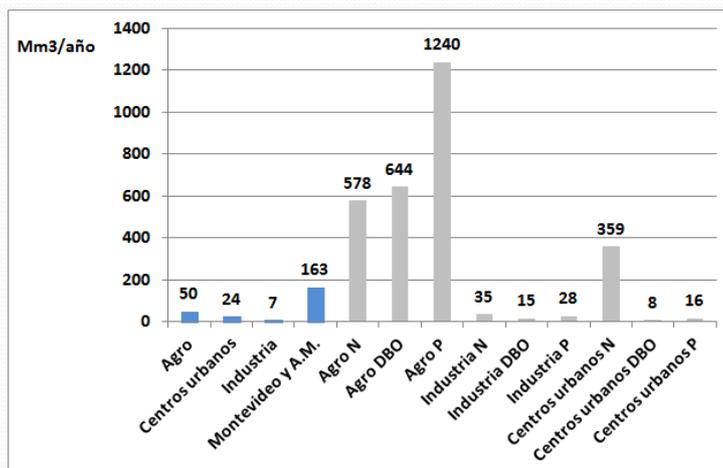


* Se contabiliza como aporte a los cuerpos de agua : 10% de la DBO, del N y del P de Deyecciones.

** Se contabiliza como aporte a los cuerpos de agua 10% del N y del P de Fertilizantes.

Fuente: Estol & Matteo (2011)

Principales resultados



Huella hídrica azul y gris en la Cuenca del río Santa Lucía
(elaboración propia en base a datos de Estol & Matteo, 2011)

Principales resultados

- El estudio presenta resultados de una evaluación primaria de huella hídrica global para toda la cuenca. En ese marco, la disponibilidad de agua azul es, en principio, suficiente para satisfacer las demandas de los distintos sectores.
- En años secos, la “demanda” de agua azul + agua gris es relevante frente a la “oferta” de agua azul, lo cual es un indicador de presiones temporales sobre la cuenca.
- El estudio permitió evaluar la incidencia relativa de los sectores evaluados por su huella hídrica: agro, industria, centros urbanos. Esto es un insumo relevante en el momento de abordar propuestas de mitigación y control.
- A los efectos de avanzar en el análisis, resulta de interés refinar las estimaciones referidas a “huella hídrica gris” de fuentes difusas, ya sea mejorando la estimación de escorrentías (dentro del abordaje de Nivel 1) o utilizando la información de campo disponible (abordaje de Nivel 2)
- También resulta de interés realizar este tipo de estudios para una dimensión geográfica más restringida (subcuencas) a los efectos de avanzar en la caracterización de zonas críticas y definir alternativas de gestión.

A modo de reflexión final,

¿Es la Huella Hídrica un nuevo paradigma de gestión del agua?

Paradigma

(Thomas Kuhn, "La estructura de las revoluciones científicas")

- lo que se debe observar y escuchar;
- el tipo de interrogantes que se supone hay que formular para hallar respuestas en relación al objetivo;
- cómo deben estructurarse estas interrogantes,
- cómo deben interpretarse los resultados de la investigación científica.

Paradigma

- Otro uso del término **paradigma**, implica el concepto de «**cosmovisión**».
- Por ejemplo, en ciencias sociales, el término se usa para describir el **conjunto de experiencias, creencias y valores** que afectan la forma en que un individuo **percibe la realidad** y la forma en que **responde a esa percepción**.

The water footprint: water in the supply chain

Arjen Hoekstra

the environmentalist • 1 Mar 2010 • issue 93

One piece of beef is simply not equal to the other one, even though the taste and all other measurable characteristics are the same. The history and underlying resource use may be very different.

Product transparency

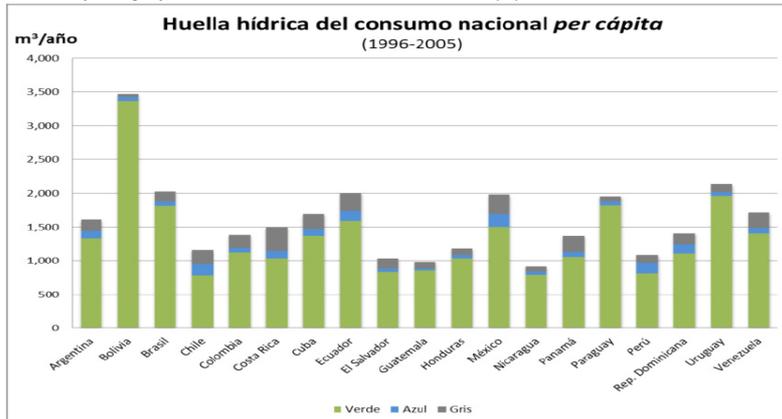
So in order to know what we consume we are going to need a form of product transparency that is currently completely lacking. It is, after all, quite reasonable that consumers have access to information about the history of a product. Indeed, many consumers do not even realise that the water footprint of beef, for example, varies greatly across production systems and countries and strongly depends on feed composition. The same holds for other commodities.



HUELLA HÍDRICA DE AMÉRICA LATINA: RETOS Y OPORTUNIDADES
LATIN AMERICA'S WATER FOOTPRINT: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Rita Vázquez del Mercado Arribas¹, Mario Óscar Buenfil Rodríguez²

Por lo que respecta a la huella hídrica del consumo nacional per cápita, la huella hídrica de la región fue 29% superior a la global. El principal reto para reducirla será cambiar hábitos de consumo, tanto de agua como de bienes y productos en general y establecer mejores prácticas y tecnologías que permitan un uso más eficiente de agua, especialmente en Bolivia, Uruguay, Brasil, Ecuador, México y Paraguay. La educación ambiental e hídrica tendrá un papel determinante.



Una cuestión a definir es qué uso se pretende dar a la huella hídrica:

¿Paradigma científico
o
paradigma de marketing?

Ambas visiones pueden ser aplicables, pero no son necesariamente equivalentes.

Pueden surgir situaciones conflictivas cuando se confunden o mezclan estas visiones, ya sea intencional o inadvertidamente, o cuando se hacen interpretaciones simplistas de resultados complejos.



Muchas gracias.

Huella Hídrica: ¿un nuevo Paradigma?
Acad. Ing. Alberto Hernández