

10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

AE-17. El desarrollo sostenible: un reto para la ingeniería

Agricultura y desarrollo sostenible

M^a Victoria Carbonell

Ingeniero Agrónomo



26 de noviembre de 2010

AGRICULTURA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Prof. M^a Victoria Carbonell

Dr. Ingeniero Agrónomo

Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible IEE

Dpto. Física y Mecánica de la Ingeniería Agroforestal .UPM

CONAMA 10

22-26 noviembre 2010

Madrid. Palacio de Congresos del Campo de las Naciones



CONAMA10

CONGRESO NACIONAL

DEL MEDIO AMBIENTE

AGRICULTURA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Desarrollo Sostenible

Agricultura

Agricultura Sostenible

Problemática Ambiental

Globalización: Sostenibilidad del recurso hídrico

Desarrollo Sostenible

“aquél que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

El gran **reto** y la gran **oportunidad** que tienen las sociedades de los países llamados “desarrollados” –y aún más los emergentes- es afrontar este proceso de forma:

- ✓ Integrada
- ✓ Compartida
- ✓ Consensuada



Los tres **escenarios** del proceso de transición hacia un Desarrollo Sostenible son:

- Energético
- Científico
- Económico.



Contexto energético :

- Agotamiento del actual modelo basado en el petróleo “barato”
- Insostenible al no ser extensible ni en el espacio (a toda la humanidad) ni en el tiempo (siglo XXI)

Coste y la indisponibilidad futura de los **hidrocarburos**

Amenaza



Necesario y urgente cambio del modelo energético “

Revolución Energética

Carbón “limpio”,
Nuclear
Crudos no convencionales



Desarrollo de tecnologías de **fuentes energéticas renovables**

Sostenibilidad

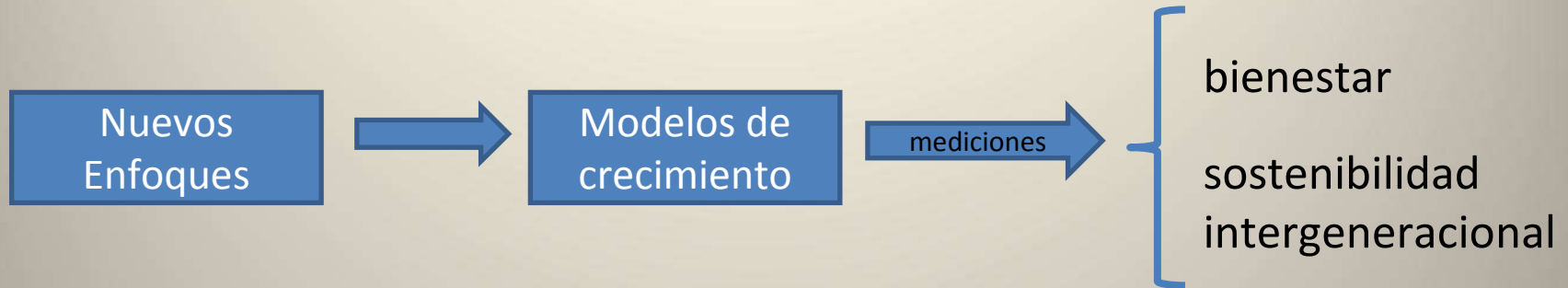
Los **escenarios científicos** están relacionados de forma directa y muy estrecha con:

- ✓ clima
- ✓ energía
- ✓ economía
- ✓ salud y alimentación
- ✓ demografía
- ✓ sociedad actual

El Parlamento Europeo ha aprobado medidas para luchar contra el cambio climático (*12 diciembre de 2008*), dirigidas a lograr el conocido **triple objetivo 20-20-20 para 2020**:

- 20% de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂)
- 20% de aumento de la eficacia energética
- 20% de la energía de la UE proceda de fuentes renovables

Los escenarios **económicos** requieren:



La sociedad actual demanda cada vez más que las **empresas** contribuyan más activamente con el **entorno** que les rodea. El nuevo modelo de **gestión** integra aspectos:

- Económicos
- Sociales
- **Ambientales**

Agricultura

La Agricultura ha sido y seguirá siendo la ***fuentes principal*** de:

- **alimentos** y piensos
- **materias primas:** fibras textiles, papel, aceites y grasas, colorantes, elementos constructivos y mobiliario, productos sanitarios, plásticos biodegradables, etc.
- **energía renovables:** biomasa, combustibles y carburantes



Para que la actividad agraria pueda seguir cumpliendo con su insustituible papel y atender satisfactoriamente los requerimientos en alimentos y materias primas, en cantidad y calidad suficientes, de una población creciente y cada vez más exigente, es indudable la **necesidad** de:

- ✓ Constante progreso tecnológico
- ✓ Marco de equilibrio con la conservación de los recursos naturales
- ✓ Respeto al medio ambiente
- ✓ Máximos niveles de seguridad sanitaria

Para ello es necesario un continuo proceso de incorporación de nuevas técnicas de **producción y manejo** de los productos obtenidos de la Agricultura, así como la mejora tecnológica de los medios de producción necesarios:

- ✓ Combustibles
- ✓ Fertilizantes
- ✓ Productos fitosanitarios
- ✓ Elementos de reproducción

Los **elementos de reproducción** (semillas y plantas de vivero) tendrán una decisiva influencia para la obtención de mayores cosechas, productos más diversos y de mejor calidad, como base fundamental de todo el sistema agroalimentario y agroindustrial.

Las diversas ramas de la ingeniería agraria, incluyendo la moderna **Biología**, suponen un instrumento de indudable valor para resolver numerosos y diversos problemas, tanto cuantitativos como cualitativos, y poder seguir ejerciendo la **actividad agraria de forma sostenible**, teniendo en cuenta su base absolutamente biológica.

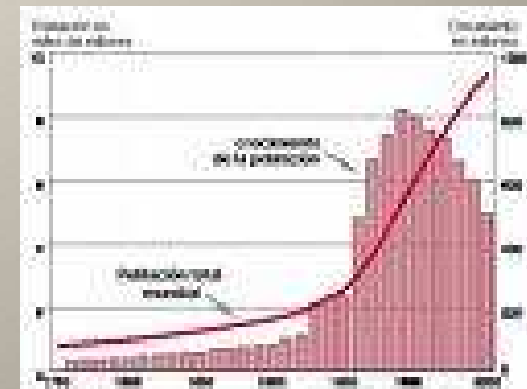


Es un hecho claramente demostrado que producir **una tonelada de alimento** con una variedad moderna de cereal, por ejemplo, requiere:

- menos energía
- menos suelo laborable
- menos fertilizantes
- menos productos fitosanitarios

que con una de las cultivadas hace treinta años.

En ese período de tiempo, se ha pasado de **3.000 a 6.000 millones de personas**, cuyas necesidades también se han duplicado.



Para producir esa cantidad de alimentos, a pesar de las mejoras tecnológicas conseguidas, el **impacto de la actividad agraria sobre el medio ambiente** se ha agravado sensiblemente.

Agricultura Sostenible

El concepto de **agricultura sostenible**, alude a una práctica que debe satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades, así como conservar el suelo, el agua, la biodiversidad y la atmósfera, sin renunciar a altos rendimientos y al uso de productos agroquímicos de síntesis.

Una agricultura integrada, (de **conservación** o de precisión) que gestiona el **agua** y la conservación del **suelo**, evitando o minimizando su erosión.



La **tecnología punta** permite una gestión teleinformatizada de insumos y tareas productivas en función de las características del lugar exacto donde se realizan, por ejemplo la dosificación puntual de semillas y abonos mediante GPS y sensores de características técnicas por teledetección.

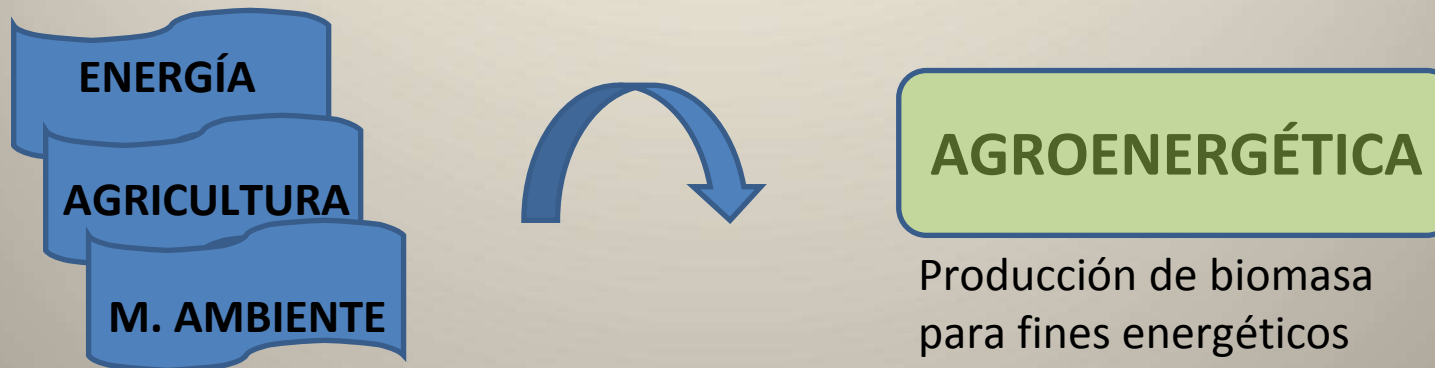
La producción agrícola incide sobre el medio ambiente de distintas formas:

- Ocupa y transforma suelo virgen
- Aporta compuestos agroquímicos diversos
- Contribuye a la eutrofización de ríos y lagos
- Afecta a la biodiversidad
- Determina el secuestro y emisión de gases de efecto invernadero
- Es una fuente generadora de residuos



➤ Ocupación y transformación suelo virgen

La demanda de **suelo laborable** se ha agudizado al abrirse recientemente la controvertida posibilidad de dedicar una buena parte de la producción vegetal a la obtención de biocombustibles.



Es preciso desarrollar esta nueva rama de la ingeniería agronómica:

- **Fitotecnia** de las nuevas especies que serán la base de los “cultivos energéticos”
- Tecnología de los **procesos** de producción de los biocombustibles sólidos líquidos o gaseosos a partir de la biomasa generada
- **Aplicaciones** de éstos para la producción de energía

Problemática Ambiental

- determina el secuestro y emisión de gases de efecto invernadero

La necesidad de frenar el aumento del CO_2 en la atmósfera, ha hecho que se potencie el uso de **energías alternativas** que no producen incremento sensible de este gas en la atmósfera.

En el caso de la **biomasa**, cuya combustión sí que genera CO_2 , hay que precisar El CO_2 producido procede del CO_2 asimilado anteriormente por el vegetal en el proceso fotosintético, por lo que el balance global de CO_2 es nulo.



Otro gas con efecto invernadero que debe considerarse es el **óxido nitroso** que se produce en el proceso de desnitrificación. El nitrógeno que no es absorbido por la planta cultivada ni exportado a ríos y lagos puede acabar siendo emitido a la atmósfera a través de este proceso, intercambiando así un problema ambiental más o menos localizado por uno global.

➤ aporta compuestos agroquímicos diversos

La súbita disponibilidad de **fertilizantes** sintéticos y de productos agroquímicos a bajo precio estimuló su uso abusivo, con frecuencia por encima de los propios requerimientos productivos y más allá de la racionalidad económica.

Esto hizo estallar el **conflicto** entre producción de alimentos y medio ambiente, en la actualidad parcialmente paliado gracias a la concienciación de productores y tendencia a realizar una dosificación correcta.

Podríamos destacar el uso indiscriminado de los **insecticidas**, en particular el **DDT** y sus similares, que afortunadamente, son ya parte de la historia de la química agrícola, excepto en los países autorizado para combatir los mosquitos vectores de la malaria.

➤ Impacto de la Agricultura sobre la biodiversidad

Es evidente que la Agricultura, en sí, es una actividad que fomenta la pérdida de **biodiversidad**, al establecerse grandes superficies de monocultivo o a lo sumo con rotaciones de varios, cultivándose un número reducido de variedades, las más interesantes y demandadas por ser las que más beneficios proporcionan.

En un análisis conjunto habría que considerar tres componentes:

Biodiversidad	{	territorio no cultivado
		suelo cultivado
		material “domesticado” que se cultiva

El uso de materia orgánica y laboreo mínimo operan a favor de la textura del **suelo cultivado**, que adquiere mayor capacidad para retener agua y nutrientes, y aumentan la biodiversidad que alberga.

La diversidad del **material biológico cultivado** conservada en los bancos de germoplasma es considerable a nivel génico, mientras éstos se han quedado cortos respecto a la variabilidad genética almacenada de las especies silvestres relacionadas con las cultivadas.

Los **nutrientes** que las plantas extraen del **suelo** pueden y deben ser reemplazados para que la capacidad productiva del suelo no decaiga, restauración que puede conseguirse mediante materia orgánica y abonos de síntesis.

Aunque es técnicamente posible el **cultivo hidropónico**, con soluciones nutritivas y sin suelo, en términos globales resulta imprescindible el suelo como sustrato de la producción de alimentos. El suelo es un bien progresivamente escaso cuya **conservación** debe ser prioritaria bajo cualquier régimen de explotación agraria.



Si hace pocas décadas disponíamos de media hectárea de suelo laborable por persona, en la actualidad la disponibilidad es de un cuarto de hectárea por persona, y los expertos indican que ésta seguirá disminuyendo conforme crece la población.

Si queremos alimentarnos en **el futuro**, tendremos que:

- **producir más por cada hectárea**, incluso con las nuevas tendencias de “alimentación sana” en las que se recomienda reducir la proporción de productos cárnicos en la dieta
- **producir de una forma más limpia**



*La **sostenibilidad** del sistema agrario actual, seriamente amenazada, debe ser una **prioridad** tanto de la investigación especializada como de la práctica diaria.*



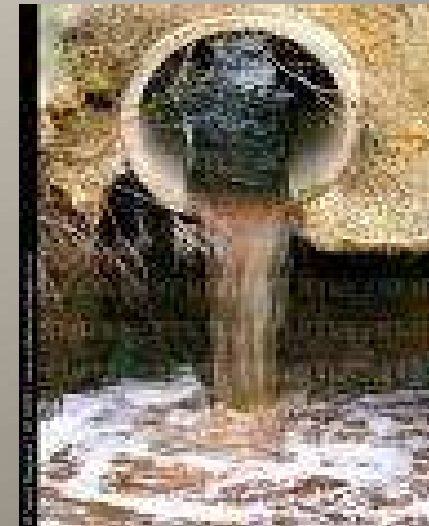
➤ fuente generadora de residuos

La Agricultura también representa una fuente de **generación de residuos**.

Los **vertidos incontrolados** de alta carga contaminante generados en explotaciones agrarias, ganaderas y agroindustriales producen, una contaminación de cursos de agua muy superiores a la capacidad regenerativa de los mismos.

En materia de gestión de residuos el orden de prioridad establecido en los Programas de Acción Medioambiental es el siguiente:

- Prevención
- Reutilización
- Reciclaje
- Valoración energética
- Vertido controlado



La importancia de los **residuos agrarios en España** supone el 50 al 60% de la producción total de desechos. En España, dicha producción supera los 200 millones de toneladas anuales.

El total de la **contaminación** orgánica medida en DBO_5 de los **residuos ganaderos** se eleva por encima de los dos millones de Tn/año, en términos de contaminación producida por el hombre (61 gr de materiales oxidables por habitante y día), supone la de una población equivalente a 83 millones más de **dos veces la población de España**.



- El empleo tradicional de los residuos ganaderos ha sido su utilización como **fertilizantes**.
- La aplicación cada vez más extendida de fertilizantes inorgánicos y la separación entre **agricultura y ganadería** para convertirse en actividades intensivas, ha provocado la ruptura del equilibrio entre ambas.

consecuencia

Generación de grandes cantidades de **residuos**, en ocasiones en grandes concentraciones y con descargas puntuales, siendo necesario un sistema de eliminación de los mismos para evitar el deterioro del medio.



Han sido considerados muchas veces como un mal necesario, consecuencia de un proceso productivo, pero a causa del aumento de los costes de energía y de los fertilizantes, han empezado a mirarse como un **bien reutilizable**.

Fuentes con mayor **potencialidad energética** (digestión anaerobia).

Residuos de la industria agroalimentaria

Los distintos procesos generan gran cantidad de residuos, en este caso de el principal problema son los **vertidos líquidos**.

La **legislación** correspondiente regula la recogida, tratamiento y establece los límites vertido que deberán ser cumplidos cuando las industrias no estén conectadas a plantas de tratamiento de Aguas Residuales Urbanas, y siempre que su carga contaminante no supere los 4000 hab/eq.

La **contaminación** total debida a estas industrias es superior a 250.000 t DBO₅/año, equivalente a la producida por una población de aproximadamente **9,3 millones de habitantes**.



Consume **enormes cantidades de agua**, que puede ser utilizada en:

- transporte
- materia prima
- vehículo **térmico** (agua de refrigeración, vapor de agua)
- tratamiento materias primas (escaldado, cocido, limpieza)

Ejemplos de consumo de agua

Conservas vegetales..... 10-35 m³ agua/tn materia prima

Mataderos..... 2-7 m³ agua/tn canal

Lácteas..... 1-2 m³ agua/ m³ leche

Azucareras..... 30 m³ agua/tn materia prima



las industrias se ven obligadas a



reutilizar el agua



Globalización: sostenibilidad del recurso hídrico

La globalización afecta al agua. La sostenibilidad del recurso hídrico requiere una modificación de:



- La percepción del agua como bien universal
- Gestión global acorde a los criterios de acceso universal
- Racionalización en el uso cotidiano

La perspectiva global del agua proporciona dos conceptos:
(*Hoekstra y Chapagain, 2008*)

- **la huella hídrica (HH)**
- **el comercio de agua virtual**

PARA UNA MEJOR GESTIÓN DEL AGUA



El concepto de HH fue desarrollado con el objetivo de conseguir un **indicador** que relacionara el uso del agua con el consumo humano.

Globalmente, el comercio de **agua virtual** es una forma de reducir la huella hídrica del planeta, favorecer la especialización y la eficiencia productiva, reconsiderando la escasez de agua.

La estimación de la huella hidrológica informa sobre la **sostenibilidad del uso de los recursos naturales**. La huella hídrica de un individuo, de un grupo de personas o de un país, se define como:

“el agua total usada para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo, por ese grupo de personas o por el país”.

Se compone de dos partes:

✓ huella hídrica **interna**,

se refiere al volumen de **agua del país** usada para producir los bienes y servicios consumidos por sus residentes

✓ huella hídrica **externa**,

equivale al volumen de agua usada en **otros países** para producir los bienes y servicios importados y consumidos por los residentes en el país de referencia.

Pocas personas se dan cuenta que “comemos” aproximadamente entre 2000 y 5000 litros de agua por día, ya que se debe considerar el agua necesaria para producir los alimentos que componen nuestra dieta.

La cantidad diaria por persona de agua que consumimos para bebida (2-5 litros), lavados, higiene y otras tareas del hogar (50-200 litros) parece insignificante cuando se la compara con la cantidad de agua que “comemos”.

[José Aguado Alonso](#) *Febrero, 2008*

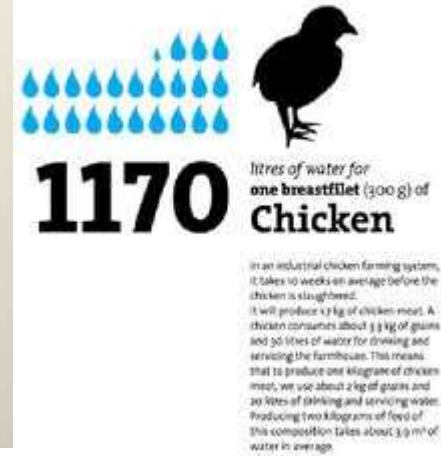
La evaluación completa sobre la **HH de una persona** concluye que:

- ✓ el **75%** está asociada con su dieta,
- ✓ sólo el **3%** se corresponde con el consumo de agua en el hogar.

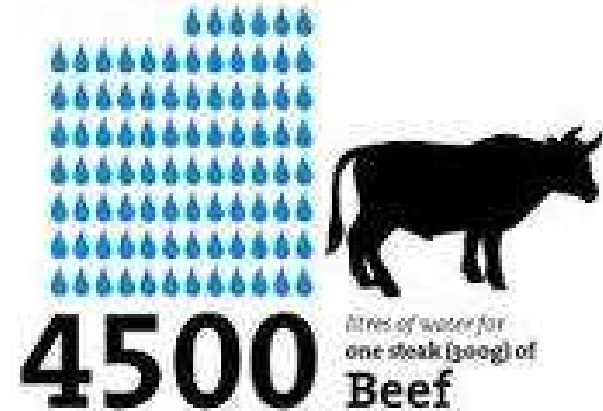
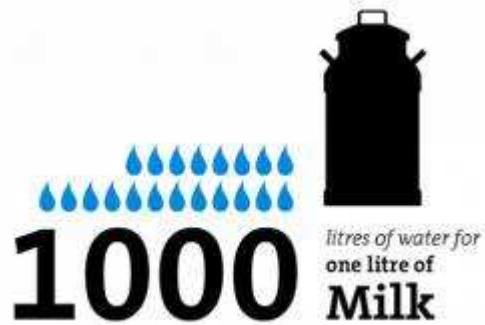
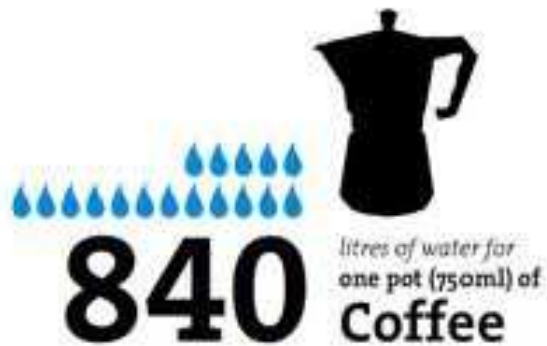
[Chapagain y Orr](#) (2008)

HUELLA HÍDRICA

Producto	Agua virtual (litros)
1 vaso de cerveza (250 ml)	75
1 vaso de leche (200 ml)	200
1 taza de café (125 ml)	140
1 taza de té (250 ml)	35
1 porción de pan (30 g)	40
1 porción de pan (30 g) con queso (10 g)	90
1 patata (100 g)	25
1 manzana (100 g)	70
1 camiseta de algodón (talla media, 500 g)	4100
1 hoja de papel A4 (80 g/m²)	10
1 vaso de vino (125 ml)	120
1 vaso de zumo de manzana (200 ml)	190
1 vaso de zumo de naranja (200 ml)	170
1 bolsa de patatas fritas (200 g)	185
1 huevo (40 g)	135
1 hamburguesa (150 g)	2400
1 tomate (70 g)	13
1 naranja (100 g)	50
1 par de zapatos (piel de vacuno)	8000
1 microchip (2 g)	32



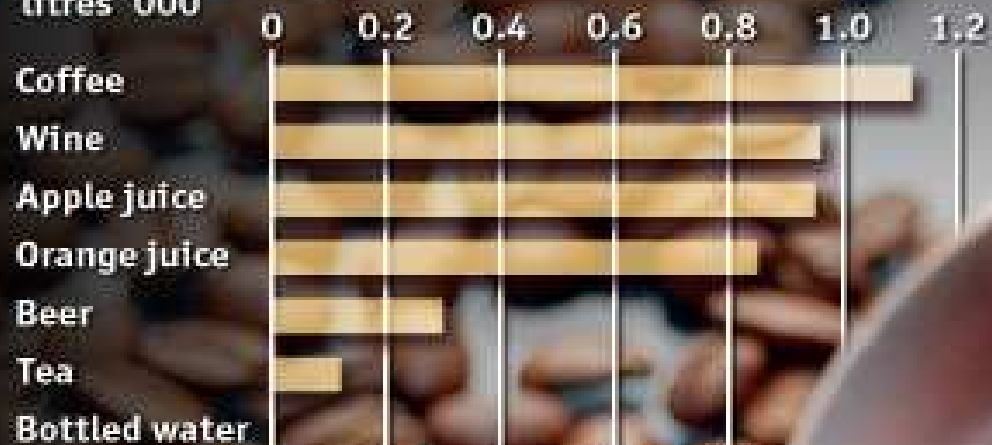
VIRTUAL WATER



HUELLA HÍDRICA



Water needed to produce one litre of beverage litres '000



Water needed to produce 1kg of goods litres '000

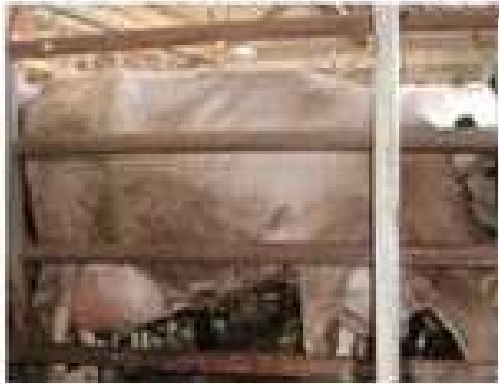


* Excluding water to grow tree

Source: "The World's Water 2008-2009", by Peter Gleick et al, Island Press, waterfootprint.org

HUELLA HÍDRICA

1000 litres water



1 litre milk



1350 litres water



1 kg wheat



3000 litres water



1 kg rice



16000 litres water



1 kg beef



Al valorar los recursos hídricos disponibles para una **economía**, no se puede obviar el papel de la agricultura ni la alimentación y, por extensión, el comercio de materias primas agrarias.

Analizando el comercio internacional agrario, es posible comprobar si los flujos comerciales permiten **ahorrar agua globalmente**.

Si un país exportara un producto que exigiera mucha agua virtual para su producción sería equivalente a que estuviera **exportando agua**, pues de este modo el país importador no necesita utilizar agua nacional para obtener ese producto y podría dedicarla a otros fines, posiblemente con mayor rendimiento económico y social.

Se ha evaluado el ahorro global de agua que permite el comercio agrario en 352.000 millones de metros cúbicos.

Hoekstra y Chapagain (2008)

El comercio de agua virtual

El comercio del agua virtual es hoy día una realidad que supone casi una quinta parte del agua total utilizada por la humanidad para todos los usos.

Los factores que mueven las importaciones y exportaciones de alimentos, y por tanto de agua virtual, son:

- acuerdos comerciales bilaterales,
- subvenciones a los productos agrarios,
- nivel socio-económico,
- políticas macroeconómicas de importadores y exportadores,
- clima, suelos y eficiencia tecnológica

que permiten a un país o región producir esos bienes a un precio atractivo para el país importador.

COMERCIO VIRTUAL DEL AGUA



Los colores del agua

Desde hace unos años se comenzó a aludir al agua de los ríos, lagos y acuíferos como **agua azul**. Esta es la parte del ciclo hidrológico que los seres humanos han tratado de modificar para su provecho mediante la construcción , fundamentalmente, canales y presas.

El **agua verde** es la que queda empapando el suelo. Este agua del suelo es la que permite la existencia de la vegetación natural (bosques, praderas, matorral, tundra, etc.) así como los cultivos de secano.

Llamas, 2005

El agua que emplean las plantas puede provenir de la lluvia y acumularse en el suelo de manera natural (**agua verde**), o de aplicaciones de riego (**agua azul**).

Los colores del agua

El **agua gris** representa el volumen de agua contaminada en los procesos de producción de los bienes y servicios. Cada vez mas, las aguas contaminadas por ciudades o industrias se consideran como un recurso que, previo tratamiento, es reutilizable.

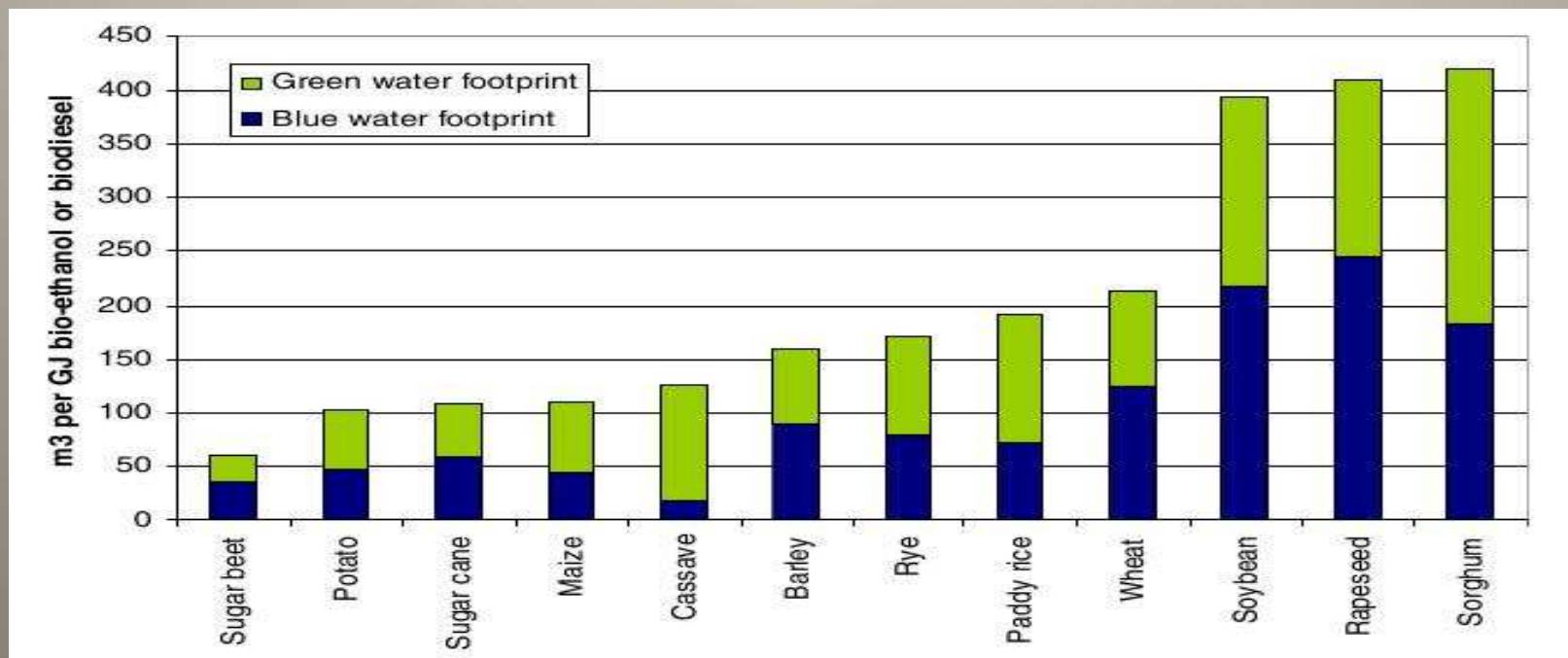
Chapagain et al. (2006)

Las aguas de color **amarillo dorado**, aquellas aguas con alta salinidad o componentes tóxicos que pueden ser transformadas en aguas potables o aptas para la agricultura mediante procedimientos de ingeniería química. Es importante para el abastecimiento urbano y turístico, pero su impacto en la agricultura es mínimo. En España, *el volumen de agua desalada es del orden de 0,5% de la huella hidrológica total.*

Shamir (2000)

HUELLA HÍDRICA

A nivel global el principal usuario de **agua azul** (agua de regadío) es la *agricultura*, suponiendo alrededor del 70% del consumo de agua azul total, esta cifra es mayor en países áridos y semiáridos. Si además se tiene en cuenta el **agua verde** (agua del suelo), este porcentaje es mucho más elevado. Sin embargo, el valor económico del sector agrario y ganadero es bastante bajo en los países industrializados.



Ejemplo: si Australia exporta una tonelada de cereal a Egipto, globalmente se produce una pérdida de 660 m³, porque la huella en Australia es de 1.590 m³ por tonelada de trigo, mientras que en Egipto es de 930.

El agua azul es mucho más escasa y económicamente más valiosa que el agua verde, si bien esta tiene también valor. Por lo tanto el **ahorro global de agua** a través del comercio agrario puede descomponerse en:

- ahorro de agua verde
- ahorro de agua azul

analizando el caso de cada país individualmente.

Confiemos que los nuevos conceptos de huella hídrica y comercio de **agua virtual**, favorezcan la agricultura sostenible, contribuyan a un uso más eficiente del agua y reduzcan su escasez.

BIBLIOGRAFÍA

ARJEN Y. HOEKSTRA, ASHOK K. CHAPAGAIN, MAITE M. ALDAYA, MESFIN M. MEKONNEN. Water Footprint Manual. *State of the Art*.2009.

www.waterfootprint.org

AGUADO, J. Huella hídrica y agua virtual: dos conceptos para una mejor gestión del agua. Hispagua. 2008.

GARRIDO, A. El agua como recurso escaso: definiendo la propiedad de las aguas en consideración a aspectos globales, nacionales y regionales. *Mediterráneo económico*, 15, 143-161. 2009.

GARRIDO, A.; LLAMAS, M. R.; VARELA, C.; NOVO, P.; RODRÍGUEZ CASADO, R. y ALDAYA, M. M. *Water footprint and virtual water trade: policy implications*. Santander, Fundación Marcelino Botín .2008

LLAMAS, M. R. (2006): *Los colores del agua, el agua virtual y los conflictos hídricos*. Discurso Inaugural de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2006.

Gracias



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



Ahora, más que nunca
Adhiérete