



# Recurso Agua

## Agua: fuente y motor de vida en la tierra

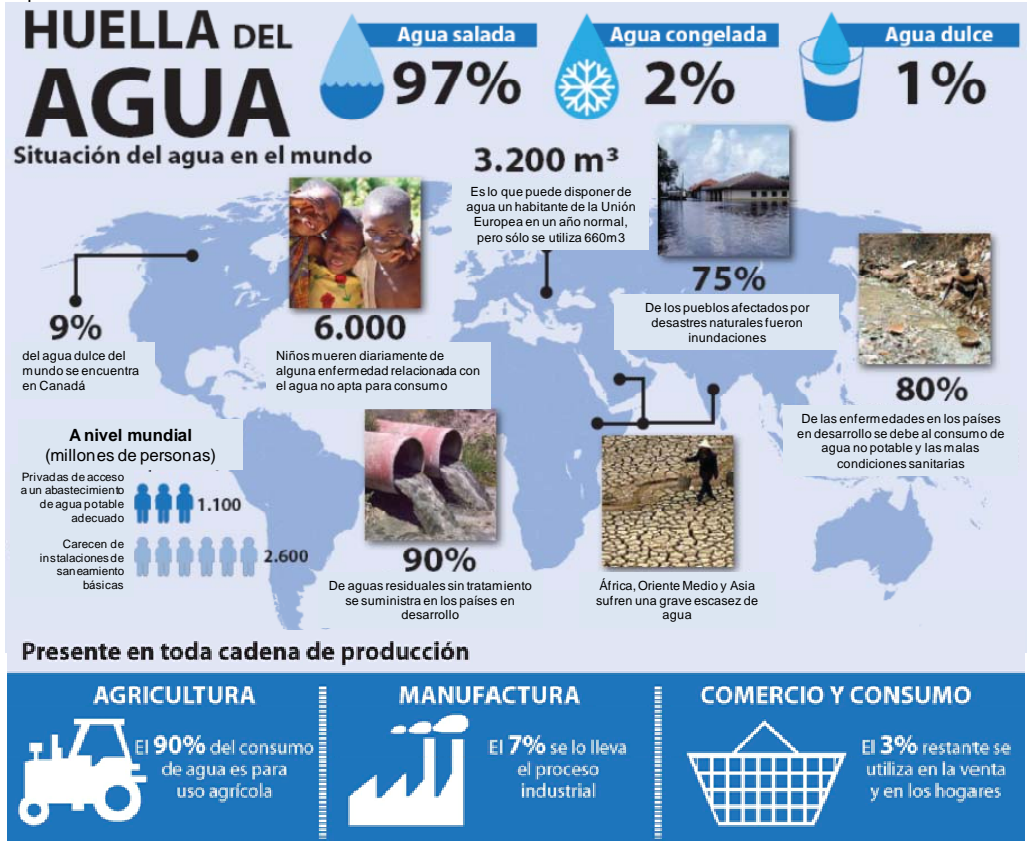
El agua es fuente y motor de vida en la tierra. Aproximadamente tres cuartas partes de la superficie del globo terráqueo están cubiertas por agua, pero menos del 1% del agua del planeta es apta para sostener la vida humana, en un sistema con una capacidad ambiental limitada y que sufre una presión antrópica desmedida a causa del crecimiento demográfico y el modelo de desarrollo actual.

En 2011 la población mundial llegó a los 7.000 millones de habitantes, previéndose que para el año 2024, la cifra aumentará en 1.000 millones de personas, y para el año 2045 la población estimada será de cerca de 9.000 millones de seres humanos.

El aumento de la población global da pistas relativas a la presión sobre los recursos naturales del planeta, no obstante, la cuestión más relevante se centra en identificar cuál es el impacto real de diferentes zonas del mundo sobre sus recursos naturales y cuantificar la huella generada por los hábitos de consumo y/o las características de producción de sus habitantes.

### Temas planteados

Agua: Fuente y motor de vida en la tierra	1
Huella hídrica o Huella del Agua	2
¿Conoces tu huella?	2
El agua en el mundo	3
La gestión del agua	3
La distribución y disponibilidad de agua dulce	3
Las aguas continentales uruguayas	4
El Agua y el Ciclo Hidrológico	5
Sistemas de riego	8
Riego en arroz	9
Residualidad agroquímicos	9
La relevancia del riego en la Agenda de INIA	10
Agua para la producción	10
¿Es viable económicamente el riego extensivo en Uruguay?	11
Acuicultura	11
Otros datos	12
Acciones sencillas para Reducir el nivel del Consumo de agua	12
Agua virtual	12



Situación del agua en el mundo.

Fuente: <http://www.waterfootprint.org/?page=files/Animal-products>

El concepto de la **Huella Hídrica** ayuda a visualizar el uso oculto del agua de diferentes productos y a comprender los efectos del consumo y el comercio frente al agua y su disponibilidad.

La huella hídrica o huella de agua se define como el volumen total de agua dulce usado para producir los bienes y servicios producidos por una empresa, o consumidos por un individuo o comunidad. El uso de agua se mide en el volumen de agua consumida, evaporada o contaminada, ya sea por unidad de tiempo para individuos y comunidades, o por unidad de masa para empresas. La huella de agua se puede calcular para cualquier grupo definido de consumidores (por ej. individuos, familias, pueblos, ciudades, provincias, estados o naciones) o productores (por ej. organismos públicos, empresas privadas o el sector económico).



### ¿Conoces tu huella?

La media mundial (calculada durante el período 1996 a 2005) es de 1.385 m<sup>3</sup> al año por persona (A, Hoekstra y M Mekonnen, Univ. Twente, Holanda). Como siempre que aparecen cifras tan altas, lo mejor es compararlas con cosas que se conozcan un poco más, y ésto es lo que ha hecho Clemente Álvarez, autor del interesantísimo blog Ecolaboratorio: él tuvo en cuenta que en un camión cisterna mediano caben unos 15m<sup>3</sup> de agua, entonces harían falta 92 camiones para transportar el agua que utiliza cada ser humano durante un año.

## Huella hídrica o huella del agua

La huella hídrica es un indicador que permite identificar las relaciones socioambientales respecto al agua. La huella hídrica de un individuo, empresa o nación es definida como el volumen total de agua necesaria, directa e indirectamente, para producir los bienes y servicios consumidos y/o exportados por los individuos, las empresas o los países. De esta forma la huella hídrica de una persona no está sólo relacionada con su consumo directo de agua, sino con sus hábitos de vida.

La mayor parte del agua que consumimos no la llegamos a ver nunca, el agua que sale del grifo en una casa es sólo una pequeña parte de la que se consume: la mayor parte es la que se utiliza para cultivar y preparar nuestra comida, engordar al ganado, fabricar la ropa, el auto, los equipos informáticos, los lentes que llevamos, e incluso para construir nuestra casa y poner gasolina a nuestros vehículos. Toda esta agua reunida es lo que

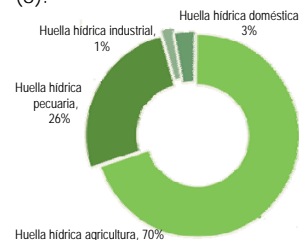
conocemos como huella hídrica: el impacto que, por el simple hecho de existir, tenemos sobre los recursos hidráulicos del planeta.

### Método de cálculo

Un estudio reciente ha cuantificado esta huella. Los tres componentes básicos para ese cálculo son: **Huella hídrica Verde:** Es el volumen de agua de lluvia que se consume por la vegetación y no se convierte en escorrentía. Es el agua que se almacena en los estratos superficiales del terreno satisfaciendo la demanda natural de la vegetación y los cultivos. **La Huella hídrica Azul:** es el volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, consumida de los recursos hídricos del planeta y la **Huella Hídrica Gris:** es el volumen de agua contaminada que se asocia con la producción de los bienes y servicios. Este último puede ser estimado como el volumen de agua que se requiere para diluir los contaminantes de forma tal que no altere la calidad del agua.

Según resultados de investigaciones realizadas, la Huella Hídrica de la producción mundial, incluidos los sectores Agrícola, Pecuario, Industrial y Doméstico, asciende aproximadamente a 9,1 Billones m<sup>3</sup>/año, tomando como base de cálculo los datos publicados por los países durante el período comprendido entre 1996-2005.

Según esos estudios, los países con mayor Huella Hídrica de la producción son: China, India, Estados Unidos, Brasil y Rusia. En América Latina los países con mayor huella hídrica son: Brasil (4) y Argentina (8).

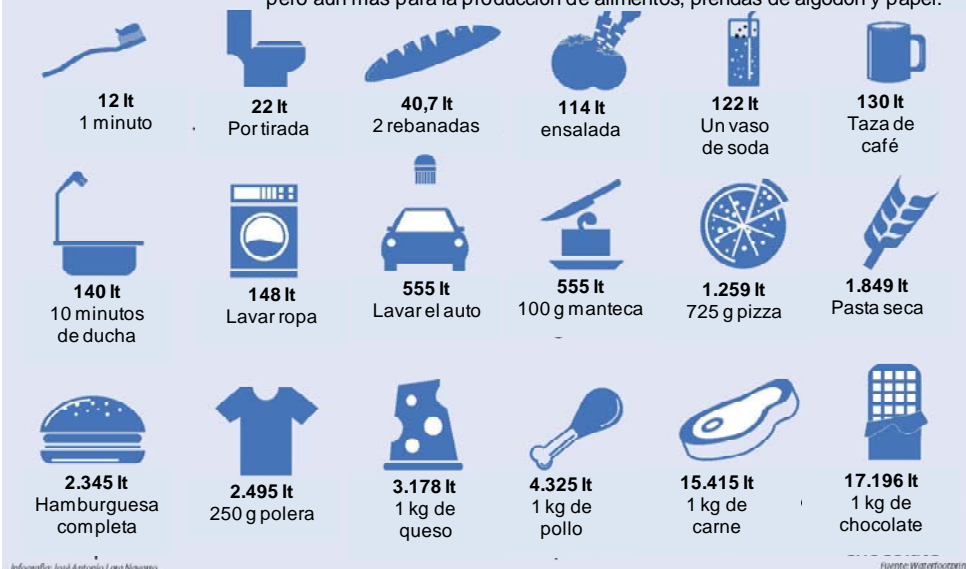


La huella hídrica de la producción en América Latina.

**Fuente:** Con base en datos de National Water Footprint Accounts 2011. Citado por: WWF Reporte Colombia 2012. Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica

### EL AGUA QUE NO SE VE

Un elevado consumo de carne o productos industriales y prácticas agrícolas ineficientes son unos de los principales factores que determinan una huella de agua elevada. Los países utilizan mucha agua para beber, cocinar y lavar, pero aún más para la producción de alimentos, prendas de algodón y papel.

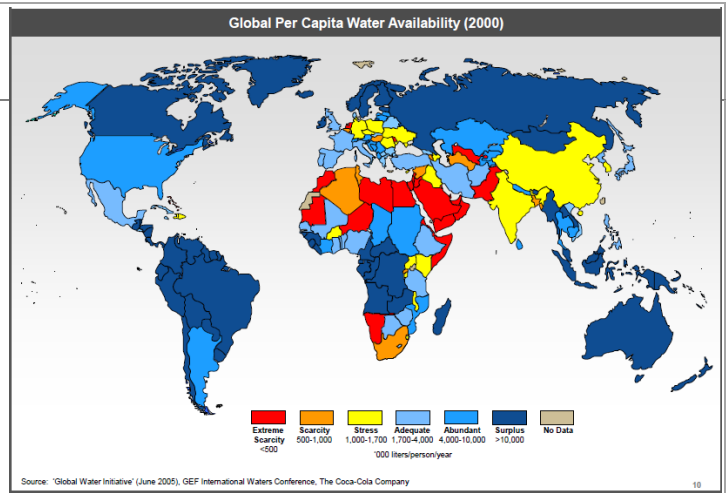


El agua oculta en productos cotidianos.

Fuente: <http://www.waterfootprint.org>

# El agua en el mundo

La calidad y disponibilidad de recursos hídricos de agua dulce es uno de los problemas ambientales más importantes que enfrenta la humanidad hoy en día. De hecho, la disponibilidad de agua puede ser considerada como el principal, debido a que los problemas relacionados con el agua afectan la vida de millones de personas. En los próximos años, las dificultades relacionadas con la falta de agua preocuparán realmente a todo el mundo y habrá que invertir mucho dinero en la gestión del agua. Aun así, será difícil mejorar las condiciones de un 33% de la población total mundial que no tiene acceso a fuentes seguras de agua, de las cuales el 50% carecen de condiciones sanitarias básicas. El "estrés hídrico" afecta actualmente a 1.700 millones de personas, y se estima que podría afectar a 5.000 millones en el 2025. Las inundaciones y las sequías matan a un mayor número de individuos y crean más daños materiales que ninguna otra catástrofe natural. Actualmente, la comunidad internacional se moviliza para mejorar la gestión y la distribución del agua en el mundo y para asegurar un futuro favorable a las poblaciones amenazadas por la escasez de agua dulce.



Disponibilidad de agua para 2025  
Fuente: 'Global Water Initiative' (June 2005), GEF International Waters Conference, The Coca-Cola Company

# La gestión del agua

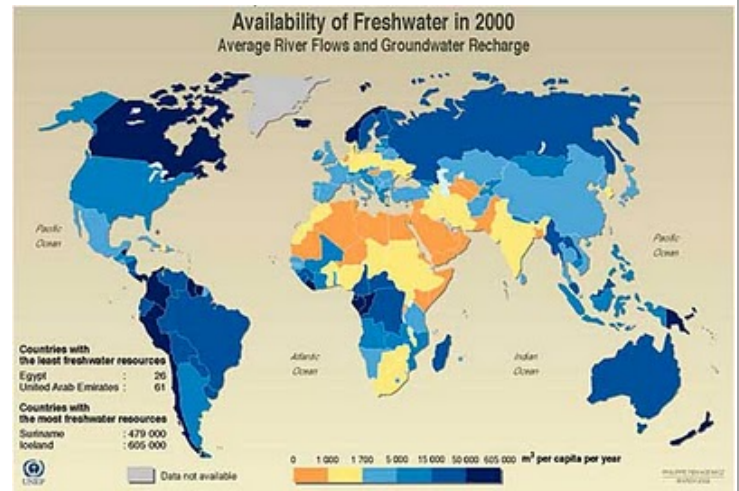
En las zonas áridas, la disponibilidad de agua es, más que en otros lugares del mundo, una necesidad vital. El acceso y la disponibilidad del agua condicionan también la vida doméstica, el desarrollo del pastoreo y ciertos productos agrícolas. Las zonas áridas se caracterizan por su alta tasa de evaporación, debido a la cual los cuerpos de aguas superficiales (lagos y ríos) tienden a desaparecer con cierta rapidez. Por ello, se han desarrollado distintos medios de acceder a las fuentes subterráneas de agua (acuíferos) y de desviar el flujo natural del agua hacia áreas que lo requieren, generalmente oasis o zonas de cultivo. El agua de lluvia que penetra el suelo reconstituye las reservas subterráneas de los acuíferos. La presencia de árboles y arbustos facilita la penetración del agua en el suelo y limita la escorrentía.

La distribución y la disponibilidad de agua dulce  
El agua dulce se distribuye de manera desigual en el planeta. Debido a la distribución desigual de las precipitaciones existen áreas con climas húmedos, donde la obtención de agua es más simple y otras áridas,

Fuente: www.unesco.org

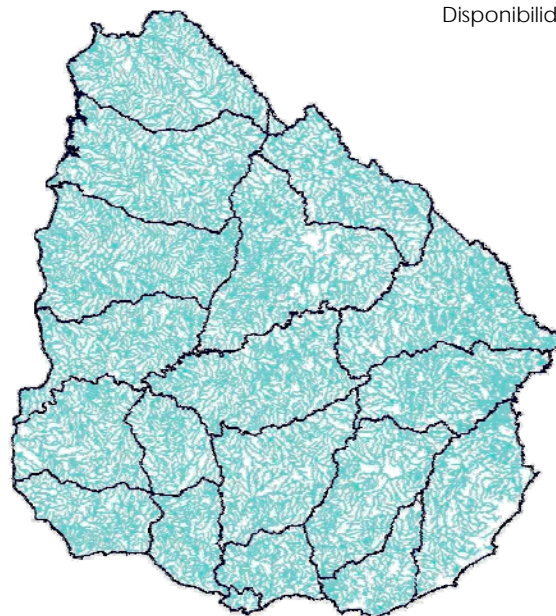
donde es sólo posible contar con agua en determinados lugares y mediante la realización de obras de infraestructura.

Pero la escasez de agua no sólo se produce por causas naturales, sino también sociales. La falta de infraestructura para la obtención de agua depurada y los procesos de contaminación reducen la oferta de agua potable.



Fuente: World Resources Institute (WRI), Washington, D.C., 2000.

Disponibilidad de agua en el mundo en 2000



## ¿Viste ...?

¡Qué bueno vivir en un país que cuenta con estos recursos hídricos!

Red hidrográfica de Uruguay  
Fuente: Cartografía escala 1:50.000 del SGM, IDE Uruguay.

## Las aguas continentales uruguayas

Son aguas continentales las aguas superficiales (ríos, arroyos y lagunas) y las aguas subterráneas (cursos subterráneos y acuíferos). Su importancia se relaciona con las características y su aprovechamiento.

### **Aguas continentales: superficiales y subterráneas**

En Uruguay se creía que el recurso agua era inagotable debido a la gran disponibilidad del mismo, lo que determinó un uso del agua sin limitaciones. Hoy en día se viene tomando conciencia social de su uso racional y es tema de debate político su uso sostenible.

El Acuífero Internacional Guaraní o Acuífero Gigante del Mercosur es una de las reservas de agua dulce más grandes del planeta. Tiene una extensión de 1.000.000 km<sup>2</sup> y se localiza en territorio argentino, brasileño, uruguayo y paraguayo.

El uso de las aguas subterráneas crece aceleradamente por su excelente calidad para el consumo doméstico, industrial, turístico-termal y de riego.

Los principales grupos de acuíferos que se han detectado en Uruguay se hallan asociados a rocas porosas o a fracturas de rocas cristalinas. Las denominaciones que el Acuífero Gigante del Mercosur tiene en nuestro país son:

- Acuífero Tacuarembó. Con 40.000 km<sup>2</sup> de buena permeabilidad. Es el acuífero más importante en superficie y en potencialidad de almacenamiento. Los análisis indican una calidad de agua apta para todo uso.
- Otros acuíferos de carácter regional o local son el Acuífero Mercedes, Chuy y Raigón, que por sus características de escasa profundidad poseen riesgo medio de salinización y/o contaminación subterránea.
- Varias perforaciones geológicas hechas en 1957 y 1958 alumbraron aguas termales que dieron lugar a cuatro balnearios en el noroeste del país. Estos son: Termas del Arapey (1.200 m de profundidad), Termas del Daymán (1.450 m de profundidad), Termas del Guaviyú (960 m de profundidad) y Termas de Almirón (924 m de profundidad). A nivel hidrológico Arapey, Daymán y Guaviyú alumbran aguas del Acuífero Tacuarembó y poseen bajo contenido salino, poca dureza y total potabilidad.

Fuente: <http://uy.kalipedia.com/geografia-uruguay/>

El pozo de Almirón es un acuífero diferente (el Yaguari), que posee características geoquímicas de alto contenido de sulfatos y cloruros, alto tenor de calcio y medio de magnesio, apropiado para uso terapéutico. La temperatura del agua es de 32 °C en Almirón y oscila entre los 40 °C y los 46 °C en Arapey, Daymán y Guaviyú.

El interés turístico por las aguas termales ha motivado varios emprendimientos privados y nuevas perforaciones, como las Termas de Salto Grande asociadas al hotel Horacio Quiroga y las de San Nicanor asociadas a la estancia turística del mismo nombre.



El Acuífero Guaraní es el segundo reservorio de agua más importante del mundo y el primero del continente americano. ¿Paraguay, Brasil, Uruguay y la Argentina son conscientes del valor estratégico que tienen?

# El agua y el ciclo hidrológico

Ing. Agr., Ph.D. José Terra, INIA

Trabajo presentado en el  
Suplemento Tecnológico INIA-  
Preparado para Expo Prado 2008

El planeta tierra podría llamarse también el “Planeta Agua”, ya que aproximadamente el 70% de la superficie de nuestro Planeta se encuentra ocupado por tan preciado elemento. El Ciclo del Agua o Hidrológico (Fig. 1) se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la forma de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida.



Figura 1: Ciclo del Agua o Hidrológico (Fuente: USGS)

Podemos imaginar el ciclo hidrológico como una serie de reservas y una serie de procesos que causan que el agua se mueva entre estas reservas, donde la energía solar y la fuerza de la gravedad juegan un rol fundamental. Los tres reservorios principales son: los océanos, los continentes y la atmósfera.

El agua se mueve constantemente de una reserva a otra a través del proceso de evaporación, condensación, y precipitación. Aunque el Ciclo Hidrológico es sumamente dinámico y complejo, se puede decir en forma sintética que las precipitaciones (lluvias, nevadas) constituyen las “entra-das” de agua al sistema. Una vez en la tierra el agua puede seguir varios caminos:

- Escorrir por la superficie hacia cañadas, arroyos, ríos, y finalmente a lagunas y océanos.
- Infiltrar y quedar retenida en el suelo, para ser usada por las plantas y otros seres vivos.
- Percolar al subsuelo y pasar a formar parte del agua subterránea.

La cantidad de precipitación que infiltra en el suelo depende de varios factores: la cantidad y la intensidad de la precipitación, la condición anterior del suelo, la inclinación o pendiente del paisaje, y la presencia de vegetación o rastrojos.

Por otro lado, la energía solar provoca el pasaje de agua en estado líquido a estado gaseoso que resulta en la formación de nubes. Esto constituye las “salidas” del sistema, que son la evaporación desde el suelo y corrientes o espejos de agua, y la transpiración de plantas y animales. El agua es imprescindible para la vida en nuestro planeta. Representa el 60-70% del peso de la mayoría de los organismos vivos y es esencial para la foto-síntesis. A pesar de su relativa abundancia, solamente el 3% del agua del Planeta es agua dulce, el resto es agua salada que se encuentra en mares y océanos. Sólo el 30% del agua dulce se encuentra en estado líquido, ya que el otro 70% se encuentra en estado sólido, principalmente en los casquetes polares (hielo y nieve).

La inmensa mayoría del agua dulce en estado líquido se encuentra como agua subterránea y solamente una pequeña proporción se encuentra en los suelos, corrientes superficiales de agua (ríos, arroyos, lagos, etc.), atmósfera (lluvia) y seres vivos. De esta forma resulta que menos del 1% del agua superficial o subterránea es accesible para uso humano.

De acuerdo con la FAO, el uso de agua dulce líquida existente en el Planeta se distribuye casi en un 80% para la Agricultura, y el restante 20% se lo reparten entre la Industria y el Uso Doméstico, los que compiten fuertemente entre sí. Esta competencia crea una fuerte presión sobre el recurso que muchas veces se traduce en el uso ineficiente del mismo o en su deterioro y degradación.

El agua es esencial para la vida y, sin embargo, es escasa para millones de personas en todo el mundo. Millones de personas mueren cada año por enfermedades transmitidas por el agua y la sequía azota periódicamente algunos de los países más pobres del planeta.

Para valorizar aún más este recurso y sensibilizar a la humanidad respecto a la importancia del agua, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) adoptó el 22 de marzo de cada año como Día Mundial del Agua, a celebrarse a partir de 1993, en conformidad con las recomendaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. En el año 2003 se celebró por parte de la ONU el Año Internacional del Agua. De acuerdo a la ONU, en los próximos 25 años, la mitad de la población del mundo va a tener serios problemas para encontrar suficiente agua para cubrir los requerimientos de irrigación y de uso humano. Actualmente, alrededor de 80 países, que representan el 40% de la población mundial, se encuentran con problemas serios de abastecimiento de agua. Se estima que estas condiciones van a tender a empeorar en la medida que la población mundial siga aumentando y que el calentamiento global siga afectando el clima del planeta. En este sentido, un tercio de la población del planeta vive en regiones donde la demanda de agua supera la capacidad de abastecimiento. Los mayores problemas están ocurriendo en el Oeste de Asia donde el 90% de la población sufre serios problemas de abastecimiento. (1)

A pesar de las importantes inversiones realizadas en las 2 últimas décadas para proveer de agua potable y saneamiento a algunas regiones de Asia y África, las personas beneficia-das han sido menos que el crecimiento de la población en esas regiones. La ONU ha estimado que proveer de agua potable y saneamiento a toda la población mundial para el año 2025 va a costar unos US\$ 180 billones cada año.

## El agua fresca es un recurso compartido

Las corrientes de agua forman un mosaico hidrológico en el mapa político del mundo. Raramente los límites de las cuencas coinciden con los límites administrativos y políticos de los países. Aproximadamente 1/3 de esas cuencas hidrográficas son compartidas por más de 2 países.

(1) El Programa Ambiental de la ONU fue publicado en el año 2003 y se encuentra en el siguiente sitioWeb: <http://www.unep.org/themes/freshwater/>

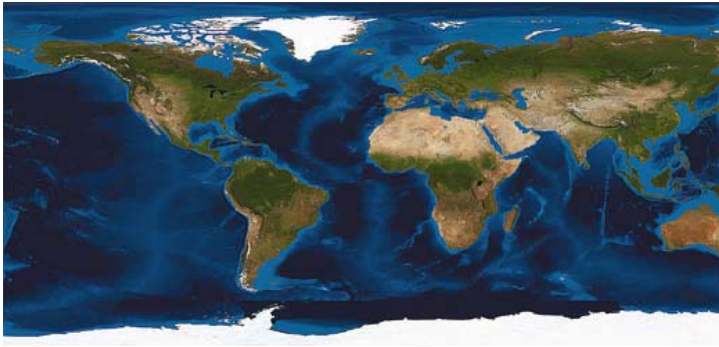


Figura 2: vista desde el espacio del planeta Tierra (Fuente: NASA)

Muchos países comparten también acuíferos subterráneos. Estos almacenan las reservas de agua fresca y proveen el 50% del agua potable, agua para uso industrial y agua para riego agrícola. En promedio, en los países desarrollados se gasta 10 veces más agua con fines domésticos que en los países subdesarrollados.

### El agua en el futuro

Los científicos han identificado los problemas de abastecimiento de agua fresca y el cambio climático como los dos más grandes problemas para la humanidad a resolver en este nuevo milenio.

El consumo de agua mundial se ha triplicado desde 1950 y es estimado que en las próximas décadas aumentará un 40%.

El continente africano es el que presenta mayores problemas de acceso al agua de su población.

La deforestación, la urbanización desmedida, la expansión de la agricultura a zonas poco aptas y el sobrepastoreo han contribuido a agravar el problema de la erosión de suelos y la escasez y/o contaminación del agua en varias regiones del planeta.

Al ser el agua un recurso natural fundamental para la vida, pero escaso y muy vulnerable al deterioro, resulta fundamental realizar un uso sustentable de la misma, evitando su dilapidación, asegurando su pureza y evitando o mitigando los potenciales efectos contaminantes de las actividades humanas.

El desarrollo sustentable y el combate al hambre y la pobreza solo serán alcanzados a través de la implementación de inversiones en prácticas conservacionistas que protejan los cursos de agua, los humedales y los suelos de las cuencas hidrográficas que drenan en ellos.

### La situación de Uruguay

Uruguay se encuentra sin dudas en una región privilegiada en lo que respecta a la disponibilidad de agua dulce para su población y para el desarrollo industrial y agrícola. Gracias al agua, sus suelos y el clima, el territorio uruguayo está cubierto de una valiosa vegetación de praderas naturales que ocupan el 70% del territorio permitiendo un gran desarrollo de la ganadería, además de tener una gran extensión de tierras cultivables y forestales.

Las lluvias en esta región del planeta promedian los 1200 mm anuales distribuidas más o menos

uniformemente durante todo el año, lo que ubica al país en el tercio superior de los países del mundo con más de 500 mm anuales. Además, como Uruguay se encuentra en una región de clima templado y relativamente húmedo, la demanda atmosférica (transpiración y evaporación) es menor comparada con muchas otras regiones del mundo. En general, la evapotranspiración es baja en invierno y alta en el periodo estival. A pesar de que la variación dentro del año y entre los años de las precipitaciones es importante, lo usual es que se presenten esporádicamente condiciones de déficit hídrico o sequías durante los meses de verano, y de excesos hídricos durante el invierno. Estas variaciones repercuten con diferentes grados de magnitud en la producción agropecuaria, la generación de energía y el abastecimiento de agua.

El Uruguay cuenta con importantes recursos hídricos superficiales y subterráneos. En el país, las principales fuentes de agua dulce son tanto de la superficie (recursos hídricos superficiales) como del subsuelo (recursos hídricos subterráneos).

Con referencia a los recursos hídricos superficiales, el país puede ser dividido en 6 grandes cuencas hidrográficas: Laguna Marín, Río de la Plata, Río Negro, Río Santa Lucía, Río Uruguay y Océano Atlántico. Su territorio está cubierto en su totalidad por un complejo entramado de cañadas, arroyos y ríos que corren prácticamente durante todo el año y que desembocan en lagunas costeras, ríos o el océano. Las mencionadas cuencas presentan una red muy amplia de cursos de agua superficiales, privilegio que se extiende a casi todo el país y ofrece diversas y variadas formas de utilización. Cada una de estas cuencas recibe en particular un volumen delimitado de agua como consecuencia del tamaño de área que ocupa, del uso del suelo y de la intensidad y cantidad de las lluvias.

Algunos de estos cursos de agua pueden ser manejados para almacenar agua (represas) a los efectos de generar energía eléctrica, abastecer de agua a la población o para reservar agua de riego para los cultivos durante el verano. Sin embargo Uruguay no utiliza más del 5% de las aguas que escurren.



Figura 3: Riego por aspersión

El cultivo del arroz es el principal usuario de aguas de regadío de origen superficial con fines agrícolas en el país. Le siguen otros riegos, el consumo humano y la industria. Con referencia a los recursos hídricos subterráneos, se presentan en “mares subterráneos” a los que se accede perforando el suelo y se clasifican en fisurados y porosos. Los acuíferos fisurados están constituidos por rocas impermeables afectadas por fallas por donde circula el agua como por ejemplo el de Salto. Los acuíferos porosos están constituidos por areniscas porosas saturadas de agua y forman los acuíferos de Raigón en el sur y de Tacuarembó en el Noroeste del territorio (40.000 km<sup>2</sup>). Mientras el primero es superficial y expuesto a la contaminación, el segundo es profundo y forma parte del conocido Acuífero Guaraní (el segundo más grande del mundo, ocupando parte de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay, con una extensión aprox. de 1.000.000 km<sup>2</sup>). La calidad del agua de este acuífero es excelente tanto para el uso potable, como termal y el riego, no presentando hasta el momento signos evidentes de contaminación. Las estimaciones indican que su disponibilidad de agua sería suficiente para abastecer a una población del orden de los 360 millones de personas con una cantidad de 300 litros/día/habitante. Al tratarse de un acuífero compartido y de su gran valor estratégico se coordinan esfuerzos para su manejo sustentable conjunto entre todos los países. Según la empresa estatal OSE, encargada del saneamiento y del abastecimiento de agua potable en el país, más del 98% de la población uruguaya tiene acceso al agua potable lo que lo coloca a la vanguardia de Latinoamérica. Sin embargo, no toda su población tiene acceso al saneamiento. Esto ha sido un tema prioritario de la mayoría de los gobiernos y está contemplado en la propia Constitución de la República, por lo que se espera que mejore en el mediano plazo. La Constitución de la República establece en su artículo 47 que la protección del medio ambiente es de interés general y que las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación grave al medio ambiente. Se establece además que el agua es un recurso natural esencial para la vida y que el acceso al agua potable y saneamiento constituyen derechos humanos fundamentales.

### ¿Cómo conservamos el agua y evitamos su contaminación?

**Agua de uso doméstico** Más del 40% del agua potable se pierde por ineficiencias del sistema de cañerías; en Uruguay este problema es muy importante. A nivel doméstico se recomienda tomar las previsiones para no desperdiciar agua, cerrar bien las canillas, arreglar las roturas y no utilizar más agua de la necesaria para la higiene de la casa y elaseo personal. Por otra parte, como los desagües urbanos son focos potenciales de polución de las aguas de ríos, lagos y mares se recomienda extremar las precauciones con el vertido de sólidos y líquidos al agua residual que sale de las piletas de la cocina y los baños. Además de la basura, uno de los mayores problemas de contaminación de las aguas residuales está asociado a los aceites de uso doméstico. Se debe evitar arrojar por los desagües de la casa objetos sólidos, así como ciertas sustancias pastosas o líquidas contaminantes (pintura, aceite, grasa). Utilizar rejillas que atrapen los

materiales sólidos. Utilizar las dosis necesarias de detergentes, preferentemente biodegradables.



Figura 4: Arroyo Aguas Blancas

### Agua de uso industrial

Los principales impactos negativos de la agroindustria se relacionan con la contaminación atmosférica y acuática, la eliminación de los desperdicios sólidos y los cambios en el uso de la tierra en la zona de influencia. Algunas actividades industriales pueden ser una importante fuente de contaminación de aguas en la medida que no se tomen los recaudos y controles necesarios. Los caudales de las aguas servidas varían, según el tipo y magnitud de la operación agroindustrial. Típicamente, los efluentes tienen un alto nivel de demanda de oxígeno y contienen sólidos suspendidos o disueltos. Además, puede haber otros contaminantes como residuos de pesticidas, aceites complejos, compuestos alcalinos o ácidos y otras sustancias orgánicas en las aguas servidas. Las áreas principales donde existen alternativas para reducir el potencial de los impactos ambientales negativos, se relacionan con la ubicación de la planta por su influencia en el entorno, con la operación de la planta, en la educación del personal y con el monitoreo de las actividades planificadas. En general, las medidas de control de la contaminación del agua utilizan los siguientes procesos: lagunas, neutralización, sedimentación, filtración, floculación, tratamiento activado de los lodos.

### Agua de uso agrícola

Como se vio la agricultura consume gran parte del agua dulce del mundo y además la eficiencia de los sistemas de riego es muy baja. Por lo tanto, el principal objetivo en los sistemas agrícolas debe ser cosechar más kilos de grano por cada litro de agua utilizado. Para lograr este difícil objetivo se deben utilizar y crear técnicas de riego más eficientes, utilizar manejos agronómicos que conserven y maximicen el agua almacenada en el suelo, plantar variedades adaptadas o tolerantes a la sequía y ajustar otras prácticas agronómicas tales como el manejo de los rastrojos, la rotación o secuencia de cultivos y la fertilización.

(1) El Programa Ambiental de la ONU fue publicado en el año 2003 y se encuentra en el siguiente sitioWeb: <http://www.unep.org/themes/freshwater/>

Existen diversos sistemas de riego para aplicar agua a las plantas. La elección de un sistema de riego para una situación particular debe seguir un proceso de planificación técnica donde se tenga en cuenta una evaluación de los diferentes recursos (ambientales, económicos, culturales, etc.). El análisis y comparación de las distintas alternativas serán las bases para seleccionar el sistema de riego adecuado.

## Clasificación de los sistemas de riego

Los sistemas de riego pueden ser clasificados de acuerdo a la manera de aplicación de agua en el suelo. Según esto, se tienen sistemas de riego: por superficie, por aspersión y por goteo. En los sistemas de riego por superficie (Figura 1), se utilizan en general canales abiertos de tierra, con muy poca pendiente para la conducción y distribución del agua hasta los cuadros a ser regados y dentro de cada uno de los mismos la aplicación se realiza también por gravedad de diferentes maneras (surcos, fajas, etc.).

En el sistema de riego por aspersión (Figuras 2 y 3), se utilizan tuberías de PVC, aluminio u otro material que conducen el agua a presión, y la distribuyen hasta los diferentes puntos de salida (aspersores, cañones, pivots, etc.) en cada cuadro a regar. La tubería al estar con presión puede ser instalada en predios con diferente grado de pendientes, dentro de los límites para los cuales fue diseñado.

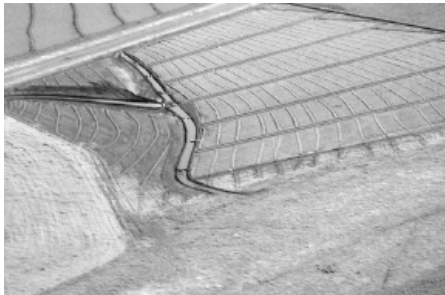


Fig. 1  
Riego por superficie  
en el  
cultivo de  
arroz.  
Salto 2007



Fig. 2  
Riego por  
aspersión  
(pivot  
central)  
en cultivo  
de papa,  
San José,  
2005.

El número de aspersores, dimensión de los cañones, así como del pivot va a depender entre otros, del tamaño del área a ser regada, fuente de agua disponible, mano de obra de la explotación agropecuaria, etc. Finalmente en la Figura 4, se presenta el riego por goteo, donde la conducción y distribución del agua se realiza de la misma forma que en el sistema de riego por aspersión, es decir por tubería cerrada. En general, utiliza menores presiones, y la aplicación se da por tubería o cinta de menor diámetro y presión, con puntos de salidas (goteros) de tamaño y volumen menores que los aspersores, pero con mayor cantidad

de salidas, de manera de llegar con la cantidad de agua adecuada (lámina) al mayor número de plantas.



Fig. 3  
Riego con  
cañón  
autoenrollable  
en pradera,  
INIA Las Brujas,  
2006.



Fig. 4  
Riego por  
gotero en  
cultivo de  
papa. San  
José, 2005

La cantidad de agua necesaria para atender las demandas hídricas de los diferentes cultivos es independiente del sistema de riego que se esté utilizando, y cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas. Por esto es que se necesita estudiar caso a caso para tomar la decisión correcta de cuál es el mejor sistema de riego para cada situación en particular.

No existe un sistema de riego mejor que otro, si el diseño y la operación del mismo contempla las necesidades de agua de la planta, en cuanto a satisfacer la demanda hídrica y se encuentra en armonía con los demás factores de producción.

## Eficiencia de los diferentes sistemas

En general, los sistemas de riego por superficie gastan más cantidad de agua, por tener en exposición mayor volumen de agua a la evaporación, y además por tener mayores pérdidas por infiltración en el suelo al inicio de los riegos, hasta sellar los poros de los canales de tierra que son utilizados para la conducción y la distribución del agua. Los sistemas de riego por aspersión, logran aplicar láminas de riego menores que el riego por superficie y en general esa aplicación se puede realizar más frecuentemente, lo que lo hace más eficiente desde el punto de vista de las necesidades de la planta.

Los sistemas de riego por goteo son en general los que gastan menos agua, siempre que sean utilizados de la forma como fueron concebidos (riegos diarios para reponer el consumo de la planta). Además no mojan toda la superficie del suelo, sino que una porción bastante menor (en general 30% aproximadamente), lo que lo hace más eficiente en la relación de producto obtenido sobre lámina de agua aplicada.



# Riego en Arroz

Extracto tomado de la Revista El Arroz en el Uruguay. Publicación especial para uso escolar y liceal. ACA-Gremial de Molinos Arroceros - INIA

## Riego y fertilización

Luego de sembrar el cultivo se construyen las taipas (cordones o camellones de tierra) que son las estructuras que permitirán la retención del agua de riego sobre la superficie del suelo. La lámina de agua que se coloca sobre el suelo entre los 35 y 50 días luego de la siembra, cuando el arroz está suficientemente desarrollado, es de 10 cm en promedio y se la mantiene hasta la cosecha.

El agua necesaria para el cultivo es extraída elevándola desde los ríos, arroyos o lagunas por medio de sistemas de bombeo. En otros casos se riega por desnivel, conduciendo el agua desde represas ubicadas en zonas más altas que el cultivo. Del total del volumen de agua embalsada (con excepción de las represas hidroeléctricas), el 91% tiene como fin el riego de arroz y de los caudales extraídos por toma directa en cauces de agua, corresponde al arroz el 90%. De los 800 embalses construidos, 700 son para riego de arroz y de las 400 tomas existentes en todo el país, 350 corresponden también al cultivo.

Actualmente la mitad del área nacional se riega por bombeo y el 50% restante por desnivel. El consumo de agua del cultivo se puede establecer en 12.000 m<sup>3</sup>/ha. El período de riego se extiende desde diciembre a marzo con una duración promedio de 100 días.



## Cosecha

La chacra es secada 25/30 días antes de la cosecha para permitir que ésta sea realizada en seco. Esta agua es devuelta al sistema.

# Residualidad Agroquímicos

Ha sido una constante preocupación del Programa de Arroz de INIA generar información que permita reducir el uso de plaguicidas en el cultivo, sin mermar los rendimientos, mediante la utilización combinada de prácticas de manejo del cultivo. El uso de variedades de mayor o igual rendimiento que sean genéticamente más resistentes o tolerantes a las enfermedades, evitar los excesos de fertilización nitrogenada que puedan incrementar los problemas sanitarios y utilizar buena sistematización y nivelación de las chacras, así como el riego en los momentos adecuados, son prácticas que permiten reducir la aplicación de altas dosis de plaguicidas.

Además se entendió importante el estudio objetivo de los niveles de residuos de los plaguicidas utilizados en muestras de suelos, aguas y granos; como medida de control necesaria para que el cultivo de arroz se realice de una manera sustentable con los recursos naturales que utiliza.

Es por esta razón que desde el año 1993\* se comienzan a hacer trabajos por parte de INIA en conjunto con otras instituciones con determinaciones analíticas para evaluar el impacto ambiental que tiene el uso de plaguicidas en el cultivo de arroz.

\* La residualidad de los plaguicidas utilizados en el cultivo de arroz. Convenio INIA-Latu. Técnicos participantes: LATU: Ing. Quím. M. Umpierre, A. Torre, Q.F. M Torres y S. Yorio, Prof. Quím. E. Darré.

INIA: Ing. Agr. E. Deambrosi, A. Lavecchia, J. Méndez

Si bien en ese entonces muchos de los residuos evaluados eran diferentes a los que se evalúan hoy en día, estos trabajos fueron el punto de partida en la cuantificación de la residualidad de los productos usados.



# La relevancia del riego en la Agenda de INIA

Extracto de Trabajo presentado por el Ing. Agr. PhD J. Sawchik, en la Revista No. 32, marzo 2013. ISSN-1510 – 9011- INIA

En nuestro país la investigación en riego en cultivos extensivos (con la excepción del arroz) y pasturas ha sido discontinua y con escasa articulación.

INIA participa activamente en el Grupo de Desarrollo del Riego (GDR) que integra junto a la UdelaR (Fac. de Agronomía, Fac. de Ingeniería) y MGAP y algunos actores privados.

Por otro lado desde la Junta Directiva de INIA se ha buscado fuertemente un alineamiento con las políticas estratégicas y prioritarias establecidas por el MGAP tales como las vinculadas al riego y adaptación al cambio climático.

## ¿Qué estamos investigando en riego?

En INIA La Estanzuela el foco está dirigido a generar información para sistemas agrícolas y lecheros. Mientras tanto en INIA Treinta y Tres se generó un área experimental dirigida a los sistemas de producción agrícola-ganaderos y ganaderos de las Lomadas del Este. Los experimentos en la Región Noreste (INIA Tacuarembó) y Norte (INIA Salto Grande) del país se realizan en plataformas experimentales desarrolladas en campos de productores que ya utilizan

el riego y atienden a la lógica de implementar sistemas de producción que intensifiquen la producción ganadera, mediante la incorporación de alternativas de grano y forraje, sobre suelos de Basalto.

## El futuro

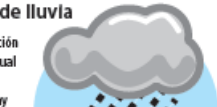
Considerando la necesidad de investigación de calidad y el desarrollo de tecnologías de producción utilizables, durante 2013 INIA delineará una nueva cartera de proyectos buscando reforzar las áreas de conocimiento más débiles. Desafíos como el desarrollo de nuevas reservas de agua y su utilización eficiente, la capacitación de técnicos y operadores de sistemas de riego, entre otras, son ejes fundamentales para el desarrollo de esta tecnología. Pensamos que este camino de articulación entre públicos y privados, es la única forma de avanzar en cantidad y calidad del conocimiento y que los resultados realmente representen innovaciones utilizables en el proceso productivo.

## Agua para la producción

El MGAP ha definido entre sus prioridades estratégicas potenciar, en coordinación con otras áreas del Estado, el desarrollo del riego en los diferentes sistemas de producción.

### Agua de lluvia

Precipitación media anual en todo el Uruguay



1.300 mm

Equivale a:

229.000 millones de m<sup>3</sup>

Del total de agua que cae:

137.000 millones de m<sup>3</sup>

Lo intercepta la vegetación, se pierde por evapotranspiración, satura el suelo o recarga acuíferos.

Sectores que demandan más cantidad de agua

Arroz 76,5%  
Uso humano 11,2%  
Ganado y lechería 6,3%  
Hortifruticultura 2,7%  
Uso industrial 2,2%  
Maíz-praderas 1,1%

- El uso del riego es clave para la expansión de los niveles de producción y productividad.
- La construcción de reservas de agua contribuye también a una mejor adaptación de los sistemas productivos a la variabilidad de lluvias y a los efectos del cambio climático.
- Salvo en la cuenca del Río Negro, en el resto existe un amplio margen para la construcción de represas y embalses.

Del total de agua que cae:

92.000 millones de m<sup>3</sup>

Escurre superficialmente por cañadas, arroyos, ríos y océano.

40%

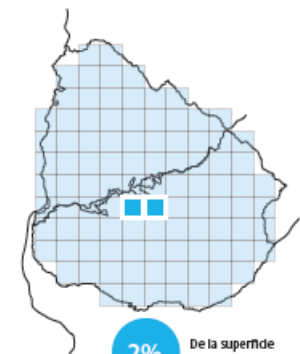
Potencial aprovechable del volumen de agua escurrido en un año

2.237 De REPRESAS

3.571 millones de m<sup>3</sup>

1.334 De RÍOS y ARROYOS

3,9%



Entre 255-270.000 hectáreas

Total área regada

Fuente: DINAGUA

## ¿Es viable económicamente el riego extensivo en Uruguay?

Se presenta a continuación cuadro informativo referido a la evolución de la superficie regada para algunos rubros. (Información extraída de: Potencial del riego extensivo en cultivos y pasturas. 1er seminario Internacional. Paysandú, Uruguay. Agosto 2010. L. Piedrabuena pág. 166)

Evolución de la superficie regada para algunos rubros

Cultivos	Carácter del riego	Superficie regada (hectáreas)			
		1970	1980	1990	2000
Arroz	Imprescindible	35.691	54.569	65.825	174.728
Caña de azúcar	Imprescindible	8.398	9.858	10.450	2.800
Subtotal	Imprescindible	44.089	64.427	76.275	177.528
Subtotal en %	Imprescindible	84,34	81,53	83,42	81,59
Cítricos	Opcional	1.270	2.183	5.623	6.521
Hoja caduca	Opcional	846	1.455	1.514	3.838
Maíz	Opcional	319 <sup>1</sup>	905	565	3.811
Pasturas	Opcional	591 <sup>2</sup>	3.376 <sup>3</sup>	s/d	8.170
Subtotal	Opcional	3.026	7.919	7.702	22.340
Subtotal en %	Opcional	5,79	10,02	8,42	10,27
Otros	Opcional	5.162	6.672	7.461	17.725
Subtotal en %	Opcional	9,87	8,45	8,16	8,14
<b>Total</b>		<b>52.277</b>	<b>79.018</b>	<b>91.438</b>	<b>217.593</b>

<sup>1</sup> En el Censo Agropecuario de 1970 y 1980 el maíz está dentro de la categoría otros cultivos cerealeros. Por ello se realiza el supuesto de que la superficie regada pertenece un 50% a este último

<sup>2</sup> Corresponde a la superficie regada de forrajeras anuales

<sup>3</sup> Corresponde a la suma total de superficie regada de campo natural mejorado y praderas.

## Acuicultura

*"El término Acuicultura engloba el desarrollo, y comercialización de organismos acuáticos, animales o vegetales, de aguas dulces, salobres o saladas" (Barnabé, Gilbert, 1990)*

La acuicultura comprende:

*Malacocultura: Algas y moluscos*

*Carcinocultura: Crustáceos*

*Piscicultura: Peces*

### Acuicultura en Uruguay

Esta actividad data de 1914 cuando fue introducido el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en la Laguna del Sauce (departamento de Maldonado)

La acuicultura en Uruguay se encuentra en un estado incipiente de desarrollo, no obstante los esfuerzos esporádicos que se han venido desarrollando desde 1957, a través de proyectos experimentales y comerciales de cultivo de diversas especies que incluyen peces, crustáceos, moluscos, anuros y macrofitas acuáticas. La producción acuícola nacional ha alcanzado un máximo de 85 toneladas en el año 2000, generadas fundamentalmente por la única empresa que cultiva esturión en el país.

Diversos diagnósticos recientes del sector coinciden en que los limitados avances en la consolidación de la acuicultura nacional a lo largo de casi 50 años de intentos aislados de cultivar organismos acuáticos en el país, se deben a un conjunto de factores de naturaleza diversa que incluyen variables de orden técnico, ambiental, de mercado y de carencia de políticas de Estado específicas para fortalecer y consolidar la actividad.

### Integración y aumento de la productividad agropecuaria

Otra ventaja que presenta la acuicultura es la simultaneidad con otras producciones dentro de un mismo establecimiento.

Puede utilizarse el agua de los estanques para limpieza de corrales así como para el riego de plantaciones, las que a su vez podrán ser utilizadas como alimento de los animales de granja. Por otra parte el limo acumulado en el fondo de los estanques constituye un excelente abono para la huerta. Esta actividad permite diversificar el uso de los espejos de agua y la utilización de tierras no aptas para la agricultura, etc. Un buen ejemplo es el cultivo integrado de arroz y peces. Este sistema se utiliza ampliamente en países asiáticos y se ha extendido a otros continentes. Se basa generalmente en el cultivo extensivo de diferentes especies de peces entre las que se destaca la carpa (*Cyprinus carpio*) y la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en los canales de irrigación (FAO, 2006).



### ¿Sabías que...

En INIA Treinta y Tres, se llevó a cabo una experiencia en este tema?

# Otros datos

## Consumo de agua

El consumo de agua aumenta cada vez más debido a las actividades humanas, variando considerablemente de un país a otro, según el estilo de vida y la disponibilidad de agua:

- Los países industrializados consumen un promedio de 300 litros/habitante/día.

Australia:	1 430 l/hab./día
------------	------------------

Irlanda:	142 l/hab./día
----------	----------------

- Los países en desarrollo consumen mucho menos, entre 10 y 30 l/hab./día.

Madagascar:	36 l/hab./día
-------------	---------------

Somalia:	8 l/hab./día
----------	--------------

Fuente: unesco.org



### ¿Sabías que...

Una camiseta de algodón tiene una huella de 2.495 litros de agua virtual, una hamburguesa 2.345 litros y una taza de café 130 litros?

## Acciones sencillas para reducir el nivel del consumo de agua

De nuestra manera de utilizar los recursos naturales depende el equilibrio del medio ambiente, por lo que se debe ser respetuoso con la vida ayudando a preservar las reservas de agua. Siempre que se vaya a utilizar agua, recordar que hay muchas personas que no tienen suficiente para beber.



## Agua virtual

Aparte del agua que sale por el grifo existe lo que se conoce como agua virtual: el agua que se usa para producir un bien o un servicio pero que nosotros no llegamos a ver. Todo lo que se fabrica o se cultiva necesita agua para cada uno de los pasos de la cadena de producción y para su transporte, y aquí es donde verdaderamente gastamos millones de metros cúbicos de agua. Algunas cifras, pero para que sean más inteligibles en vez de darlas en metros cúbicos las daremos en "minutos de grifo abierto", lo que nos permitirá entender mucho mejor a lo que nos estamos refiriendo. Para hacerlo hemos tenido en cuenta que un grifo normal (sin ninguno de los muy recomendables aparatos ahorradores que se encuentran en el mercado) deja salir entre 12 y 16 litros por minuto, y por lo tanto nos hemos quedado con 14 litros por minuto de grifo abierto como medida estándar.

Y ahora, las cifras: Para obtener 100 gramos

de carne de vaca necesitamos 10 metros cúbicos de agua, o lo que es lo mismo, el equivalente a dejar durante 714 minutos (12 horas) un grifo de agua abierto; en cambio, solamente son necesarios 145 minutos de grifo abierto para obtener 100 gramos de arroz, 178 minutos para producir 100 gramos de leche o 47 minutos de grifo abierto para 100 gramos de papas. Para fabricar una computadora ha sido necesaria el agua equivalente a 107 minutos de grifo abierto (1.500 litros).

En la fabricación de derivados del plástico también se usan grandes cantidades de agua: 6 minutos de grifo abierto para una botella de plástico de un litro o 18 minutos para una garrafa de 5 litros.

Para hacer unos pantalones vaqueros hace falta prácticamente el equivalente a 13 horas de grifo abierto, y casi 5 horas para hacer una camiseta de algodón.

Para un coche de 1.100 kg habría que dejar abierto el grifo durante casi tres semanas.

Finalmente, para hacer una casa el agua de un grifo debería manar durante prácticamente un año.

De todo esto podemos extraer dos conclusiones: la primera es que gran parte del agua que consumimos no llegamos a verla nunca; la segunda es que mucha de esta agua no proviene de fuentes cercanas (ríos, acuíferos subterráneos, etc.) sino del sitio donde se ha fabricado o cultivado el producto. Esto comporta que, en la práctica, muchos países ricos estén "importando" grandes cantidades de agua del Tercer Mundo en forma de productos y que a menudo de esta forma se importe agua de países con problemas de sequía.

Todavía no hay bastante consciencia de la huella hídrica que produce el consumo individual.

Fuente: Dando datos.com