

# Agricultura, urbanización y agua



Gustavo Cárdenas - Jeannette Cárdenas

SERIE CRISIS GLOBAL Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

# Agricultura, urbanización y agua

**Gustavo Cárdenas<sup>1</sup>**  
**Jeannette Cárdenas<sup>2</sup>**



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

---

1 Máster en Administración de Empresas, con especialidad en Finanzas por la Universidad Autónoma de Guadalajara. Ingeniero Agrónomo, especialista en Bosques por la Escuela Nacional de Agricultura, actual Universidad Autónoma de Chapingo. Trayectoria profesional enfocada a la ingeniería forestal, protección ambiental, desarrollo sostenible de los recursos naturales en los ecosistemas, gestión ambiental de la actividad agropecuaria, administración de empresas y alta gerencia. Director de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del IICA.

2 Ingeniera Agrónoma de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Máster en Agricultura Ecológica, Recursos Fitogenéticos y Biotecnología por el CATIE. Especialista en Recursos Naturales y Gestión Ambiental del IICA. Candidata a Ph.D. en Agricultura Tropical y Recursos Naturales del CATIE. Ex-investigadora en uso de cromatografía de alta eficiencia, determinación de metabolitos secundarios y moléculas inductoras de la Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana, EE.UU. Especialista en Cultivo de Tejidos Café y Recursos Genéticos por la Universidad Central de Venezuela. Ex-Investigadora en el Laboratorio de Biotecnología y Mejoramiento Genético del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, CIAE-TACHIRA. Ex-consultora del Colegio de Ingenieros de Venezuela en Evaluación de Impacto Ambiental. Consultora en Manejo de Cultivo de Tropicales en Turrialba, Costa Rica y Táchira, Venezuela.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2009  
El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea  
citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF)  
en el sitio *web* institucional <http://www.iica.int>.

Coordinación editorial: Rafael Trejos y Tania López  
Corrección de estilo: Olga Patricia Arce  
Diagramado: Zona Creativa  
Diseño de portada: Ana Catalina Lizano  
Impresión: Imprenta IICA, Sede Central

**Las ideas y planteamientos expresados en este documento son propios  
del autor y no representan necesariamente el criterio del IICA.**

<p>Cárdenas, Gustavo Agricultura, urbanización y agua / Gustavo Cárdenas, Jeanette Cárdenas. San José, C.R.: IICA, 2009. 44 p.; 21.5 x 28 cm.</p> <p>ISBN13: 978-92-9248-111-7</p> <p>1. Agua 2. Recurso hídrico 3. Uso del recurso 4. Comunidades rurales 5. Uruguay I. IICA II. Título</p> <table><tr><td>AGRIS</td><td>DEWEY</td></tr><tr><td>P10</td><td>333.91</td></tr></table>	AGRIS	DEWEY	P10	333.91
AGRIS	DEWEY			
P10	333.91			

Montevideo, Uruguay  
2009

# Índice

---

<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
<b>2. Escenarios sobre disponibilidad del recurso agua</b>	<b>9</b>
2.1 Problemas más comunes en regiones y comunidades rurales	9
2.2 Contaminación del recurso agua por procesos de la agricultura	10
2.3 Formas de contaminación del agua	11
2.4 Contaminación de mares y océanos	12
2.5 Contaminación de aguas dulces	13
2.6 Contaminación de aguas superficiales	13
2.7 Contaminación de aguas subterráneas	13
<b>3. La competencia por el uso del recurso</b>	<b>15</b>
3.1 Necesidades y prioridades en el alivio de la pobreza	15
3.1.1 Agua para las personas (abastecimiento de agua y saneamiento)	15
3.1.2 Agua para alimentos (riego y drenaje)	16
3.1.3 Agua para energía (energía hidroeléctrica)	16
3.1.4 Agua para el medio ambiente	16
3.1.5 Ordenación de los recursos hídricos	16
<b>4. ¿Será el agua una limitante a la expansión de la oferta agrícola? Disponibilidad y costo</b>	<b>19</b>
4.1 Costo del agua	24
<b>5. Las inversiones en riego y drenajes (avenamiento)</b>	<b>27</b>
<b>6. Impactos de la siniestralidad (inundaciones, sequías, contaminación)</b>	<b>29</b>

<b>7. Principales limitaciones del recurso hídrico para la agricultura y acciones de política para mitigarlas</b>	<b>31</b>
7.1. Descripción general de los instrumentos de política	33
7.2. El pago por servicios ambientales: una estrategia para una sobrevivencia común	36
<b>8. Consideraciones finales</b>	<b>39</b>
8.1 Conclusiones	39
8.2 Recomendaciones	40
8.3. El IICA ante el tema	40
<b>Bibliografía</b>	<b>41</b>
<b>Anexos</b>	<b>43</b>
Anexo 1. Datos sobre salud y agua.	43
Anexo 2. Datos sobre proporción de población urbana y disponibilidad de saneamiento del recurso hídrico.	44

## Presentación

**E**n el 2008 el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) inició un proceso de reflexión sobre la necesidad de revalorar la agricultura y la vida rural en las Américas, con base en su visión del desarrollo sostenible. Para ello se dio a la tarea de analizar temas críticos que permiten formular nuevas propuestas alternativas en un contexto internacional caracterizado por la alta volatilidad de los precios en los alimentos básicos.

Durante este proceso, se presentaron diversas crisis (de precios altos, energética y financiera) con alcances globales sin precedentes en la historia reciente. En el caso de la agricultura y el medio rural de las Américas, estos episodios marcaron un antes y un después en las prioridades de los gobiernos y en las estrategias de los países para enfrentar la recesión económica y sus implicaciones para el desarrollo, la seguridad alimentaria y el combate a la pobreza.

El análisis de este complejo contexto acumula desafíos de trasfondo, como el cambio climático, el incremento de la demanda de alimentos en países emergentes, la producción de bioenergía, los costos crecientes de los fletes internacionales, la especulación y la reducción de las reservas de alimentos, que tienen implicaciones para la institucionalidad agrícola y rural. Ese escenario revela la necesidad de revisar los enfoques tradicionales de las agencias de cooperación y financiamiento, así como la esencia de las medidas de política que adopten los países.

Con base en este proceso de análisis y reflexión, el IICA elaboró el documento titulado “Agricultura de América Latina y el Caribe: bastión ante la crisis mundial y motor para el desarrollo”, cuyo punto de partida fue repensar el modelo de desarrollo vigente y revalorar el papel de lo rural. Este proceso contribuyó además a la elaboración del Informe “Perspectivas de la agricultura y la vida rural: una mirada hacia América Latina y el Caribe”, como producto de una alianza entre la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el IICA.

Este informe será presentado en la V Reunión Ministerial “Agricultura y Vida Rural” por realizarse en octubre del 2009 en Jamaica. Como parte de este esfuerzo, también se elaboraron otros documentos de soporte que conforman la serie de publicaciones titulada: “Crisis global y seguridad alimentaria”.

Precisamente forma parte de esta serie el presente documento “Agricultura, urbanización y agua” elaborado por Gustavo Cárdenas y Jeannette Cárdenas, Director y Especialista, respectivamente, del Área Técnica de Recursos Naturales y Gestión Ambiental. El principal objetivo de este documento es identificar las principales limitaciones del recurso hídrico para la agricultura y acciones de política para mitigarlas, mediante el consenso ante uno de los mayores desafíos que enfrentará la humanidad para su supervivencia y para el desarrollo sostenible de la agricultura en la producción de alimentos.

El documento incluye los siguientes ejes temáticos:

- Escenarios sobre la disponibilidad del recurso agua.
- La competencia por el uso del recurso.
- El agua, una limitante a la expansión de la oferta agrícola.
- Las inversiones en riego y drenajes.
- Impactos de la siniestralidad (inundaciones, sequías, contaminación).

También forman parte de esta serie otros estudios realizados por especialistas calificados, quienes han plasmado en sus escritos diversas alternativas para el mejoramiento de la agricultura y el medio rural. Toda la serie también está disponible en el sitio *web* [www.iica.int](http://www.iica.int) para su consulta en versión digital.



Rafael Trejos  
Director Encargado  
Unidad de Modernización Institucional-IICA

## 1. Introducción

**E**l cambio climático y la variabilidad climática están modificando el curso de las estrategias de desarrollo. Ahora las agencias gubernamentales y de desarrollo centran su planificación en la adaptación al cambio (Neil *et al.* 2005). El énfasis se pone en las medidas de adaptación anticipadas y efectivas a corto plazo que deben implementarse en el futuro cercano (Löe *et al.* 2001).

Existen lineamientos para las medidas de adaptación de escala regional o nacional. También algunos estudios intentan responder al éxito que tiene la adaptación convencional o autónoma en los sistemas prioritarios a escala nacional. Se espera que esta tarea genere una línea base que permita describir las experiencias comunes y recientes de adaptación, las medidas políticas existentes en los países y la valoración de la capacidad adaptativa en general. La línea base puede utilizarse para desarrollar la capacidad de adaptación futura (PNUD 2003).

El tema del agua no es ajeno a la dinámica del cambio y la politización que existe en torno a su uso y gestión. Por eso, la recuperación de la condición de ciudadanía también se relaciona con asuntos que se podrían denominarse democracia en la cotidianidad y que han de permitir que la ciudadanía aumente su participación en las instituciones de la democracia representativa. Es decir, las decisiones con respecto al tema del agua y el desarrollo sostenible deben abrirse, en la medida de lo posible, a los ciudadanos, de tal forma que su incertidumbre se diluya con su participación

en la toma de decisiones sobre opciones vitales presentes y futuras.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en la actualidad existen 1100 millones de personas en el mundo sin acceso a agua limpia, de las cuales el 70% vive en condiciones de pobreza extrema (PNUD 2006). Por ejemplo, en Nicaragua, considerada como la segunda nación más pobre de América Latina, la cobertura nacional de agua potable en el 2004 era del 75,8% a nivel nacional, aunque las zonas urbanas son las que presentan mayor cobertura (95,1%), mientras que en las zonas rurales la cobertura es de tan solo 48,5%. Esta situación hace que en estas zonas se registre el índice de desarrollo humano más bajo a nivel nacional y la más alta tasa de mortalidad asociada a enfermedades de origen hídrico (CONAPAS 2005).

En torno al agua, base de seguridad y prosperidad, se han generado tensiones que no hacen sino reflejar la vulnerabilidad de la condición humana. Zygmunt Bauman explica cómo el poder político renueva su autoridad al ocuparse la protección ante riesgos y amenazas que afectan a la sociedad debido a este problema.

En este sentido, en el presente en documento se muestran los principales problemas relacionados con el recurso hídrico y sus efectos para la agricultura de las Américas. Asimismo, se plantean de manera sintética las acciones de política que deben retomarse para disminuir las repercusiones que estos problemas pueden ocasionar a la seguridad alimentaria y a la supervivencia del planeta.





## 2. Escenarios sobre disponibilidad del recurso agua

**E**l primer destino del agua, como derecho básico, es la supervivencia humana. Los pobres también quieren asegurar el agua, pero para regar, comer, almacenarla en cisternas o disponer de suministros potables en puntos no muy alejados de sus casas. Después debe cubrir derechos de ciudadanía y solo en última instancia, el agua podría servir a la economía.

Este es el orden de prelación en los usos del agua que presenta Arrojo (s.f.), desde la perspectiva de la nueva cultura del agua, un movimiento que propugna en cualquier caso la sostenibilidad de este recurso. Es tajante al afirmar que la crisis del agua, la inequidad y la pobreza solo pueden solucionarse con una gobernabilidad participativa que garantice el agua y el saneamiento de forma sostenible. Hay que dirigir los esfuerzos: investigación, regulación y normativa legal, cambios en el estilo de vida y prácticas de gestión integrada del agua.

Es crucial el papel que puede desempeñar la sociedad tecnológica en esta misión, pues no se puede optar por una visión estrecha o egocéntrica. La actual sociedad globalizada puede y debe transformar los problemas en oportunidades, educar a los niños y concientizar al público para lograr oportunidades y realizar los cambios necesarios en este tema.

### 2.1 Problemas más comunes en regiones y comunidades rurales

A continuación se citan los problemas más comunes en regiones y comunidades rurales:

- Carencia de una gobernabilidad adecuada.
- Ausencia de una correcta coordinación de las actividades de gestión.
- Inexistencia de las herramientas de gestión apropiadas.
- Fragmentación institucional.
- Mano de obra no calificada o sin formar.
- Escasez de financiamiento.
- Pésima sensibilización pública.
- Participación limitada de las comunidades, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y el sector privado.

El agua dulce ha sido uno de los recursos naturales más derrochados a pesar de su importancia en la vida sobre la tierra. Son muchas las presiones que se ejercen sobre tal recurso, como el cambio de uso del suelo y la industrialización. A la lista se suman el efecto del cambio climático global y la variabilidad climática, cuyo escenario actual muestra serios efectos en los ecosistemas de agua dulce y, por ende, en la disponibilidad para consumo humano.

La biosfera contiene solo el 0,014% de agua de la tierra, distribuida en los lagos (0,008%), suelos (0,005%) y en la atmósfera, ríos y biota (0,001%). Un 2,58% del agua de la tierra es dulce, de la cual 1,79% se encuentra en forma de hielo y el 0,61% como agua subterránea. De este 0,61%, los acuíferos subterráneos albergan casi un 96% del agua dulce de nuestro planeta y la mayoría de ellos son transfronterizos.

Con motivo de la presentación en la Asamblea General de las Naciones Unidas del Proyecto de Convención sobre los Acuíferos Transfronterizos, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) editó el primer mapa mundial de los acuíferos compartidos por dos o más países (WWAP 2006).

Pese a la importancia estratégica de estas capas de agua subterráneas, hasta la fecha no han sido objeto de un inventario a escala mundial. El Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, que ha participado desde el 2000 en la creación de una base de datos sobre las aguas subterráneas, presenta hoy un mapa detallado accesible en línea de los acuíferos transfronterizos, en el que se señala su localización, la calidad de sus aguas y el índice de carga hidráulica. Hasta la fecha, se han localizado 273 acuíferos en el mundo, repartidos de la siguiente manera: 68 en las Américas, 38 en África, 65 en Europa Oriental, 90 en Europa Occidental y 12 en Asia.

Dao y Peduzzi (2004) afirman que el abastecimiento de agua en el futuro dependerá de los cambios en cantidades y estacionalidad de la precipitación local, debido al cambio climático. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) menciona que en algunas partes del mundo, principalmente en las zonas áridas y semiáridas, el cambio climático incrementará la escasez de agua por las modificaciones en los regímenes de lluvia, incrementos en la evapotranspiración y escorrentía, incrementos en la frecuencia y duración de las sequías y pérdidas de glaciares (IPCC 2001).

El agua es esencial para la vida en el planeta. Los nuevos paradigmas sobre agua y sostenibilidad pretenden superar la visión meramente antropocéntrica mediante una gestión integrada de los recursos hídricos, que protegen al mismo tiempo la supervivencia del ser humano y la del planeta.

En ExpoZaragoza 2008, la semana temática “Economía y Finanzas del Agua”, como evento

científico-técnico, fue clave para debatir las respuestas a los retos de una nueva gestión del agua en un contexto dominado por la escasez y las incertidumbres que aportan los nuevos escenarios de cambio climático. Los expertos que participaron aseguraron que se ha generado un sistema de gestión del agua en el que se trataba de dar respuesta a todas las demandas generadas por los usuarios. Este modelo se muestra insostenible en un contexto en el que la disponibilidad del recurso se ve comprometida en zonas donde la escasez ya está presente.

Posiblemente las demandas de agua generadas hayan significado un deterioro ambiental, cuya factura se empieza a regresar a la misma sociedad. Dentro del proceso de evaluación, existe un grave atentado contra un bien público que comienza ahora, apoyado con vehemencia por la Ley Europea, a ser restituido a nivel mundial: “La elaboración de los planes de cuenca van a permitir, desde las confederaciones hidrográficas, mejorar los objetivos ambientales no solo desde el punto de vista de los caudales, sino también sobre el tema pendiente de la contaminación” (WWAP 2008).

También se han planteado los tipos de instrumentos económicos que serán necesarios para enfrentar esta nueva situación caracterizada por dos factores fundamentales: la escasez derivada de una mayor presión de los diferentes usos y la incertidumbre de los recursos disponibles.

Abordar una gestión adecuada para satisfacer la demanda a las nuevas condiciones del recurso agua, requiere replantear su reasignación en cada país, a través de sus planes de cuenca, aunque se debe tomar en cuenta que la construcción de nuevas infraestructuras ya es limitada.

## 2.2 Contaminación del recurso agua por procesos de la agricultura

La agricultura es en gran parte responsable del agotamiento del agua subterránea disponible y del 70% de su contaminación. Ambos fenómenos se aceleran. Las grandes plantaciones de cereales

del mundo consumen agua subterránea a un ritmo insostenible. En total, el agotamiento anual de agua en la India, China, Estados Unidos, el norte de África y la Península Arábiga suma 160 000 millones de metros cúbicos al año, el doble del flujo anual del río Nilo.

Las inversiones destinadas a incrementar la productividad del agua en los productos básicos o en los cultivos de elevado valor comercial no deberían degradar irremediablemente los recursos hídricos y sus ecosistemas. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2008) subraya la necesidad de invertir en agua, agricultura y ecosistemas como estrategia para reducir el hambre y la pobreza.

“El agua, los alimentos y los ecosistemas son tres aspectos de nuestro bienestar mundial tan íntimamente unidos que se han vuelto decisivos para los medios de subsistencia, el desarrollo sostenible y la estabilidad política”, señala Harcharik, Director General Adjunto de la FAO. Agrega: “Estos aspectos merecen recibir más atención de la que actualmente se dedica a su descripción y conocimiento.”

### 2.3 Formas de contaminación del agua

La contaminación del agua es un problema local, regional y mundial y está relacionado con la contaminación del aire y con el modo como se utiliza el recurso tierra. El crecimiento demográfico, la industrialización y la concentración urbana, contribuyen al deterioro del medio ambiente, una amenaza para el hombre contemporáneo. Desde su origen, los grupos humanos se establecieron en las cercanías de los ríos, lagos o áreas costeras, por su dependencia vital del medio acuático, lo que provocó así los primeros indicios del deterioro de la calidad del agua y evidenció la contaminación.

La contaminación del agua consiste en la incorporación de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, aguas residuales, entre otros.

Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. Específicamente, se produce por varios factores, entre los que se destacan los siguientes:

- **Microorganismos patógenos.** Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, entre otros. En los países en vías de desarrollo, las enfermedades producidas por estos patógenos constituyen uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo en los niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes. Según los índices de medición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el agua potable debe haber cero colonias de coliformes por cada 100 ml y un máximo de 200 colonias por 100 ml de agua para nadar.

- **Desechos orgánicos.** Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, entre otros. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir, en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno y en estas aguas ya no pueden vivir peces u otros seres vivos que necesitan oxígeno. Un buen índice para medir la contaminación por desechos orgánicos es la cantidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua o la demanda biológica de oxígeno (DBO).
- **Sustancias químicas inorgánicas.** En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas, pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los

rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

- **Nutrientes vegetales inorgánicos.** Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua, que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva, inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos y provocan la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.
- **Compuestos orgánicos.** Corresponden a muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, entre otros, que acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, por largos períodos. Al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de ser degradadas por los microorganismos.
- **Sedimentos y materiales suspendidos.** Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas al agua, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan estos materiales en el agua dificulta la vida de algunos organismos y los sedimentos que se van acumulando destruyen los lugares de alimentación o de desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.
- **Sustancias radiactivas.** Isótopos radiactivos solubles se presentan a veces en el agua y se pueden ir acumulando hasta alcanzar concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos.
- **Contaminación térmica.** El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva la temperatura de

ríos o lagos y disminuye su capacidad de contener oxígeno, lo que afecta la vida de los organismos.

## 2.4 Contaminación de mares y océanos

El petróleo es un importante factor que contribuye a la contaminación de grandes cuerpos de agua, como los mares y los océanos. Cuando los barcos o plataformas petroleras se hunden o sufren algún escape de líquido, el mar que rodea a dicho extractor de petróleo se contamina. Las prospecciones efectuadas en las costas también originan contaminación. El viscoso y espeso petróleo causa la muerte de especies y, además de contaminar, estropea las playas y las aguas litorales, en las que no se puede nadar ni practicar deportes acuáticos.

Otro factor contaminante del agua de los mares son los desechos industriales o de las ciudades arrojados al mar. El mar no solo recibe las aguas residuales, sino que, en muchas ocasiones, se usa para arrojar las basuras o, incluso, los residuos radiactivos.

El 80% de las sustancias que contaminan el mar tienen su origen en tierra. De las fuentes terrestres, la contaminación difusa es la más importante. Aproximadamente un tercio de la contaminación que llega a los mares inicia como contaminación atmosférica, pero después acaba en los océanos.

Lamentablemente los océanos son el lugar elegido para depositar gran parte de los desechos de las actividades humanas. Los ríos arrastran y llevan las aguas contaminadas a los mares. Las comunidades costeras liberan las aguas negras sin ningún tratamiento, además de grandes cantidades de desechos sólidos y compuestos químicos contaminantes.

Varios países, entre ellos Francia e Italia, cada año cierran sus playas por un período indeterminado debido a la contaminación en el mar. Estados Unidos, hace 30 años, aceptó que depositaba anualmente al mar cerca de 50 millones



de toneladas de desechos, llevados mar adentro por buques-tanques o barcazas (esto es sin incluir los desechos arrastrados por las aguas negras que son descargadas y arrojadas a lo largo de las costas de los océanos Atlántico y Pacífico y el Golfo de México).

Los desechos industriales se componen de desperdicios provenientes de la perforación, explotación y refinerías de petróleo, fábricas de plaguicidas, fábricas de papel, de siderúrgicas, acabado metálico, de operaciones de electrodeposición de metales y una gran diversidad de productos químicos y materiales.

Se cree que en los mares y océanos de grandes profundidades, el agua puede diluir, dispersar y degradar grandes cantidades de aguas negras, algunos desechos industriales y petróleo. Sin embargo, un pensamiento un poco más real señala que “utilizar los océanos como vertederos de nuestros desechos retrasa la urgente necesidad de prevenir su contaminación, disminuye los recursos marinos y genera la degradación posterior de la parte vital del sistema del soporte de la vida sobre la Tierra” (Tamayo 2000).

Al verter las aguas negras y desechos agrícolas en las aguas costeras, se introducen grandes cantidades de nitrógeno y fósforo que generan el crecimiento acelerado de los organismos acuáticos como las algas. Cuando las algas mueren y son descompuestas, se produce una “zona muerta” (eutrofización), debido a que las aguas costeras quedan sin oxígeno y los peces y otras especies acuáticas mueren. Actualmente, en el Golfo de México, existe una zona muerta de 7800 kilómetros cerca de la desembocadura del río Mississippi.

## 2.5 Contaminación de aguas dulces

El agua dulce que se utiliza regularmente proviene de dos fuentes: agua superficial y agua subterránea (mantos freáticos). Se le llama agua superficial a aquella que al llover no se filtra a la tierra, ya sea porque forma un charco, lago, laguna, entre otros, o porque regresa

a la atmósfera. Las aguas subterráneas son las que se encuentran por debajo de la corteza terrestre.

## 2.6 Contaminación de aguas superficiales

La contaminación de los mantos de aguas superficiales puede ocurrir por fuentes puntuales y no puntuales. La principal fuente no puntual de contaminación del agua es la agricultura. Muchos desechan los productos químicos y fertilizantes en los ríos y caudales cercanos. Una fácil solución para este problema sería disminuir completamente el uso de estos productos en tierras planas o cerca de laderas. Los ganaderos también pueden controlar la contaminación de los mantos acuíferos, al controlar el escurrimiento e infiltración de desechos animales en las granjas y evitar la utilización de terrenos inclinados hacia las aguas superficiales cercanas.

Las aguas negras y los desechos industriales arrastrados por el agua de fuentes puntuales generalmente no son tratados. La mayoría de estos desechos son descargados a las corrientes de agua más cercanas o en lagunas de desechos, donde el aire, la luz solar y los microorganismos degradan a los desechos, matan a algunas bacterias patógenas (causantes de enfermedades) y permiten que los sólidos se sedimenten. No contaminan al ambiente, pero sí al cuerpo de agua que los contenga.

## 2.7 Contaminación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas o freáticas son aquellas que se acumulan bajo la tierra, almacenadas en los poros que existen en sedimentos como la arena y la grava, y en las fisuras que se encuentran en rocas. Constituyen el 97% de toda el agua dulce del planeta, por lo que resulta un recurso fundamental para la vida humana y para el desarrollo económico.

Las aguas subterráneas se han convertido en un elemento de enorme importancia para la provisión de agua para uso humano en las

zonas urbanas y rurales, tanto en países desarrollados como en desarrollo.

Su proceso de renovación es muy lento, por lo que constituye una fuente de agua fácil de agotar. Por otra parte, la contaminación del agua subterránea puede considerarse permanente.

Algunas bacterias y la mayoría de los contaminantes sólidos son removidas o eliminadas cuando el agua superficial contaminada se filtra en el suelo a los mantos acuíferos. Este proceso puede llegar a ser sobrecargado por grandes volúmenes de desechos domésticos e industriales. A pesar de que el suelo retiene algunas sustancias contaminantes, no puede retener virus ni muchas sustancias químicas orgánicas, las cuales se disuelven en las aguas subterráneas.

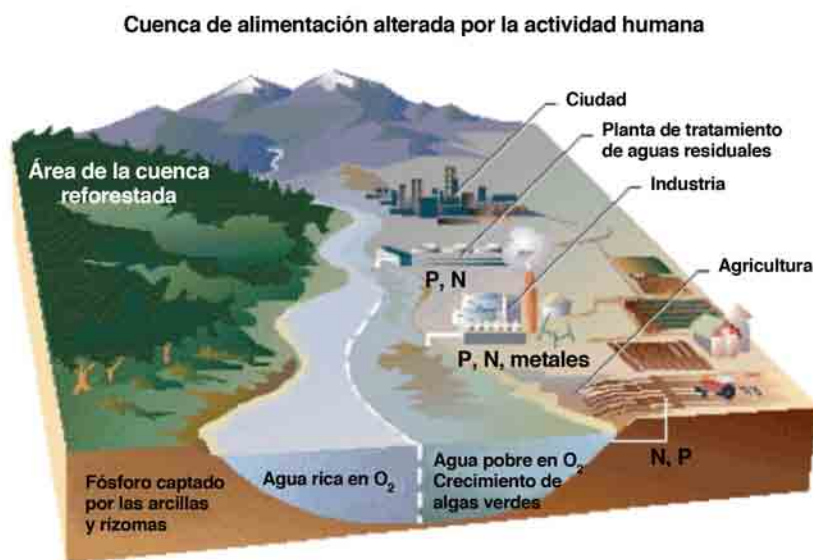
Además, las aguas subterráneas no pueden depurarse por sí mismas, ya que sus corrientes son lentas y no turbulentas, y los contaminantes no se diluyen ni se dispersan fácilmente. Es difícil, también, que se lleve a cabo el proceso de descomposición aeróbica, ya que es muy poco el oxígeno que se encuentra debajo de la tierra y las colonias de bacterias anaeróbicas son muy

dispersas e insuficientes para descomponer la materia. Para que las aguas subterráneas contaminadas puedan liberarse por sí mismas de los desechos contaminantes, tienen que pasar cientos de miles de años.

Otro proceso más constante es la eutricación. Este fenómeno consiste en un proceso natural o cultural en que existe un constante incremento en la concentración de nutrientes de un ecosistema acuático determinado. La alta disponibilidad de nutrientes lleva a la proliferación considerable de ciertas especies de algas y plantas acuáticas superiores.

Una laguna, río o estuario es un sistema natural en equilibrio, donde la cantidad de recursos que entran es similar a la que sale. Cuando la cantidad de nutrientes que entra a este sistema es mayor a la de costumbre y este suceso se hace constante, el sistema pierde su equilibrio, lo que eleva la concentración de nutrientes minerales. Este proceso provoca que la masa de algas aumente su volumen en cantidades excesivas. Esto puede disminuir significativamente el empleo que el hombre puede hacer de este líquido. En la Figura 1 se ilustra este fenómeno.

**Figura 1. Ejemplo de proceso de eutricación en una cuenca.**



Fuente: Citado por los autores con base en documento de Acueductos y Alcantarillados de Costa Rica 2008.

### 3. La competencia por el uso del recurso

**E**l tema del agua cobra cada vez mayor importancia debido al incremento en su demanda, lo cual conduce a la necesidad de utilizarla eficientemente. En el contexto de los análisis y estudios observados, se afirma que los mercados de agua no existen. Lo que existen son transacciones entre usuarios mediadas por el Estado y reguladas por la administración. La Ley de Aguas contempla dos figuras: los contratos de cesión entre dos partes y los centros de intercambio, por el cual el Estado compra y vende. No obstante, en los dos casos, hay intervención del Estado, lo que confirma la definición de que un mercado de agua no es más que un acuerdo voluntario entre partes a cambio de una compensación económica.

En diversos debates, se ha evidenciado que los mercados de agua están para quedarse, pero no a cualquier costo; es necesario hacerlo bien. Incluso desde posiciones marcadamente anti-mercantilistas, se aceptó la necesidad de que los mercados existan si se desea reasignar el recurso y no aumentar las presiones sobre el medio ambiente.

La demanda de agua aumenta con el crecimiento de la población y las actividades socioeconómicas. Esto plantea el problema de usarla eficientemente, lo cual va más allá del ahorro en el consumo. Involucra definir en la arena política los usos que la sociedad considera más benéficos. También incluye su aplicación apropiada en cada uso, la administración del aparato institucional, la apropiación de mejores tecnologías de planificación, asignación y manejo, y la asimilación de una nueva cultura del agua (Collado 1998).

En el manejo y gestión del agua, se presenta mayor competencia por su aprovechamiento entre diversos sectores de la sociedad (agropecuaria, industrial, servicios públicos urbanos). Por tanto, es necesario emprender acciones, y adoptar nuevos enfoques que permitan establecer prioridades urgentes a largo plazo en el suministro de servicios relacionados con el agua, en la ampliación del saneamiento, educación sobre higiene, asunción de reto de la urbanización, consecución de la seguridad alimentaria y del agua, protección de los ecosistemas acuáticos y gestión de las inundaciones. La prevención de los conflictos y la construcción de la paz constituyen o deben constituir prioridades de las políticas de desarrollo, incluso la gestión sostenible y justa de los recursos naturales compartidos, como el agua.

En general, en la gestión del agua se manifiestan relaciones de competencia debido a la riqueza del recurso hídrico para las actividades agropecuarias, industriales y de recreación, lo que propicia la necesidad de conocer y fomentar los procesos de negociación y de organización en la búsqueda de la gestión integrada del agua de cuencas en espacios locales.

#### 3.1 Necesidades y prioridades en el alivio de la pobreza

##### 3.1.1 Agua para las personas (abastecimiento de agua y saneamiento)

La meta número diez de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) es un gran desafío: reducir a la mitad, de aquí al 2015, el porcentaje de personas que vive sin acceso sostenible



a agua potable y saneamiento básico. Hoy más de 1100 millones de personas carecen de agua potable proveniente de fuentes mejoradas y 2600 millones no disponen de saneamiento básico. Se calcula que prácticamente habría que duplicar los esfuerzos de los últimos 15 años para cumplir la meta de saneamiento de los ODM y aumentarlos en un tercio para alcanzar la meta de abastecimiento de agua potable.

El acceso a servicios adecuados de agua y saneamiento constituye un factor primordial para reducir la mortalidad infantil. En efecto, cada año mueren cerca de 1,5 millones de personas en el mundo (la mayoría niños) por causas atribuibles a enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento, como la diarrea infecciosa.

### 3.1.2 Agua para alimentos (riego y drenaje)

En agricultura, sector que representa cerca de 70% del uso mundial del agua, es crucial mejorar la ordenación de las aguas, ya que el acceso al agua y riego incide fuertemente en la productividad de la tierra y la estabilidad de los rendimientos. De hecho, la agricultura es dos veces más productiva en tierras de regadío que en tierras de secano. Sin embargo, en África al sur del Sahara solo 4% de las tierras productivas cuentan con regadío, mientras que la cifra es de 39% en Asia meridional y de 29% en Asia oriental.

En la medida en que el cambio climático aumenta la incertidumbre en la agricultura de secano, las inversiones en almacenamiento de agua serán fundamentales. Ante el creciente aumento de la escasez de agua y el incremento en el costo de los grandes sistemas de riego, hay muchas oportunidades para mejorar la productividad mediante la modernización de los sistemas existentes, la ampliación de los sistemas pequeños y la recolección de agua.

### 3.1.3 Agua para energía (energía hidroeléctrica)

Alrededor de 20% de la electricidad mundial se genera a partir de energía hidroeléctrica, así

como el 90% de toda la electricidad que proviene de fuentes renovables. Si bien Europa y América del Norte aprovechan alrededor de 70% de su potencial hidroeléctrico, en el mundo en desarrollo solo se explota alrededor de 20% (y solo 7% en África). La energía hidroeléctrica será un factor importante en la respuesta al cambio climático, tanto como fuente de energía con bajas emisiones de carbono, como en el manejo de situaciones extremas a través del almacenamiento de agua.

### 3.1.4 Agua para el medio ambiente

Es fundamental la protección de las fuentes de agua, como cuencas, zonas de recarga de acuíferos y humedales, para asegurar la disponibilidad de este recurso en sus múltiples usos. La ordenación ambientalmente sostenible de ríos, lagos, acuíferos, humedales y estuarios exige equilibrar los beneficios netos que se obtienen del uso del agua en otros sectores con los beneficios netos que proporcionan los ecosistemas saludables de agua dulce. El nivel de protección que debe otorgarse a cualquier ecosistema de agua dulce es una decisión que deberá basarse en sólidas políticas públicas e investigaciones científicas. La meta es respaldar la toma de decisiones y la inversión en conservación y gestión ambiental con base en los antecedentes recabados.

### 3.1.5 Ordenación de los recursos hídricos

La explotación y ordenación de los recursos hídricos sigue siendo un factor fundamental de los esfuerzos en pos del crecimiento, el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza. Esta tarea requiere de fuertes inversiones en infraestructura, instituciones y capacidad de gestión del sector hídrico. Los países en desarrollo, con poca capacidad institucional e infraestructura relacionada con el agua, son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, la urbanización, el cambio en el uso del suelo y las modificaciones en la estructura del comercio mundial.

Responder a todos estos desafíos implica disponer de un programa integral de asistencia

en el sector que permita aumentar progresivamente la ordenación de los recursos hídricos y la construcción de infraestructura para mejorar la seguridad hídrica y energética.

La asistencia del Banco Mundial se rige por la Estrategia de Ordenación de los Recursos Hídricos y el Plan de Negocios para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento. Ambos se centran en la gestión sostenible de la base de recursos hídricos y una entrega eficiente y equitativa de servicios de agua. Las prácticas del Banco Mundial relacionadas con el agua fueron integradas a la Red sobre

Desarrollo Sostenible en el 2007 y sus políticas son coordinadas por un directorio único del sector del agua. Ello da cuenta de una sólida base institucional para abordar integralmente los desafíos y oportunidades que se presenten en el sector.

Sobre este tema, en España se llevó a cabo el pasado setiembre la ExpoZaragoza 2008 y se declaró en la Tribuna del Agua una serie de procesos que se deberían cumplir o considerar a corto plazo para poder garantizar la sostenibilidad del recurso para el largo plazo (ExpoZaragoza 2008).



## 4. ¿Será el agua una limitante a la expansión de la oferta agrícola? Disponibilidad y costo

**E**l incremento de la población mundial y la necesidad de satisfacer la demanda creciente de alimentos y servicios ejerce una fuerte presión sobre los ecosistemas naturales. Durante el siglo XX, la expansión del área destinada a la actividad agropecuaria, a nivel mundial (Houghton 1994) ha sido a expensas de la deforestación principalmente en regiones sub-húmedas secas y semiáridas. En consecuencia, se han acelerado los procesos de pérdida de biodiversidad y de desertificación, cuando los sistemas productivos no fueron manejados con criterios sostenibles (Southworth y Tucker 2001).

La eliminación de la cobertura boscosa a tala rasa modifica el microclima y altera variables ambientales tales como: la temperatura del aire y del suelo, la humedad relativa, el albedo y el balance hídrico, que redundan en modificaciones irreversibles en el ecosistema (Asbjorsen *et al.* 2004).

Así pues, el agua es uno de los más importantes componentes de todos los organismos vivos. Específicamente en las plantas, es el principal constituyente, ya que representa 80% o más del peso de las plantas herbáceas y alrededor de un 50% de las leñosas. Además de ser una parte fundamental, constituye el medio de transporte de los nutrientes que provienen del suelo. En el proceso fotosintético, el agua se combina con el dióxido de carbono para constituir la biomasa (Palacios 1994).

El consumo mayor del agua no es en la formación de los tejidos vegetales, sino en el proceso de transpiración. Se estima que en la mayoría de los cultivos, el agua evapotranspirada

durante su desarrollo representa más del 95% del consumo de este elemento (Palacios 1994). Los cultivos pueden manifestar deficiencias hídricas, en especial a las horas de máxima demanda atmosférica, cuando la absorción de agua por las raíces es insuficiente para compensar las pérdidas por transpiración. Si este desbalance es muy pronunciado y se prolonga en el tiempo, genera en el cultivo una situación de estrés hídrico que afecta su normal funcionamiento. Para disminuir la intensidad del estrés hídrico durante los períodos críticos, las prácticas de manejo deberán orientarse a obtener un balance de agua más favorable para el cultivo durante esos estadios (Dardanelli *et al.* 1992).

La absorción de agua que puede realizar un cultivo en condiciones limitantes depende de factores del suelo, como la cantidad de agua disponible y la conductividad hidráulica, y del cultivo, como la densidad y profundidad de las raíces, la conductancia hidráulica de los tejidos vasculares y la capacidad de ajuste osmótico, que son propios de cada especie y cultivar, y están influenciados por la historia del cultivo. Por ejemplo, el ajuste osmótico que se observa en muchas especies como el girasol y el trigo, se desarrolla típicamente como respuesta a suelos que se van secando gradualmente. La respuesta osmótica es menor o no aparece cuando el secado del suelo es abrupto, como ocurre en plantas cultivadas en macetas con escaso volumen de suelo (Dardanelli *et al.* 1992).

Uno de los aspectos más importantes para el éxito de un cultivo en un ambiente con deficiencias hídricas es la adecuación de su ciclo a los cambios temporales de disponibilidad hídrica, especialmente la ubicación de sus períodos

críticos para la determinación del rendimiento fuera de los momentos de mayor estrés. Así, una de las formas de escape se basa en un rápido desarrollo fenológico, que le permite a la especie cumplir su ciclo en períodos con condiciones hídricas favorables para el crecimiento (Dardanelli *et al.* 1992).

El déficit hídrico suele provocar pérdida de turgencia, que resulta en una disminución de la tasa de crecimiento y da como resultado un menor tamaño final de los órganos que se encuentran en expansión activa en el momento del estrés. En los cultivos, estos efectos se aprecian a escala productiva, lo cual implica considerar los órganos de cosecha en la definición de los períodos susceptibles.

También se deben conocer tanto los regímenes estacionales de precipitaciones y demanda evaporativa, como la fenología y los períodos críticos para la ocurrencia de una sequía. Este conocimiento es importante, ya que los atributos que otorgan los vegetales ante situaciones de déficit hídrico son numerosos, pues una propiedad puede ser irrelevante en algunos ambientes o muy importante en otros, según el patrón de déficit característico (Dardanelli *et al.* 1992).

La cantidad de agua que una planta evapotranspira, en un momento dado, depende de la demanda que establecen los factores atmosféricos y de la oferta de agua de la planta y el suelo, la cual a su vez es función de las características morfológicas y fisiológicas de la planta, así como del contenido de humedad del suelo, el diferencial de presión del agua entre el suelo y la planta, y las características físicas de dicho suelo.

Si las plantas solo reciben agua de lluvia, lo más probable es que no puedan satisfacer la demanda establecida por los factores de clima, en cuyo caso podrían presentarse déficits que reducirán el rendimiento respecto del máximo potencial. Para evitar esta situación, se puede regar y de esta forma asegurar que se satisfice la demanda evapotranspirativa.

Sin embargo, no toda el agua de lluvia que cae durante el desarrollo de un cultivo puede ser aprovechada por las plantas. Una parte se escurre y otra se percola debajo de la zona de las raíces; por lo tanto, se dice que la lámina de lluvia aprovechada por los cultivos corresponde a la "lluvia efectiva", la cual debe ser estimada para poder calcular el requerimiento de riego de los cultivos. Este se refiere a la cantidad de agua de riego que hay que proporcionarle adicionalmente a la "lluvia efectiva", para que la planta pueda evapotranspirar el equivalente a un mínimo del 80% de la evapotranspiración máxima (Palacios 1994).

Este rápido crecimiento en el consumo de agua a escala mundial se ha debido a tres causas principales: a) el crecimiento de la población, que ha aumentado de 1600 millones de personas a principios del siglo XX, a 6300 millones en la actualidad; b) el desarrollo industrial; y c) la expansión de la agricultura de regadío, que ha pasado de unos 50 millones de hectáreas regadas a principios del siglo pasado, a más de 250 millones de hectáreas hoy día. La suma de estos factores ha hecho que el uso del agua dulce se haya multiplicado en este período por siete. Este crecimiento de la demanda ha podido ser satisfecho gracias, en buena parte, al espectacular desarrollo de las aguas subterráneas desde mediados del siglo XX (WWAP 2008).

Ahora bien, ¿por qué se ha producido el incremento de los recursos hídricos subterráneos? Existen varias razones, como las siguientes:

- a. El invento y la comercialización de la bomba de turbina, que permite extraer de un pozo de menos de un metro de diámetro hasta 100 litros por segundo, caudal suficiente para poner en regadío una superficie de 100 hectáreas o para abastecer a una población de 50 000 habitantes.
- b. El avance y abaratamiento de las técnicas de perforación de pozos, derivada de la investigación del petróleo.

- c. El desarrollo de la ciencia hidrogeológica, que ha mejorado el conocimiento sobre el origen, localización, existencia y funcionamiento de las aguas subterráneas.

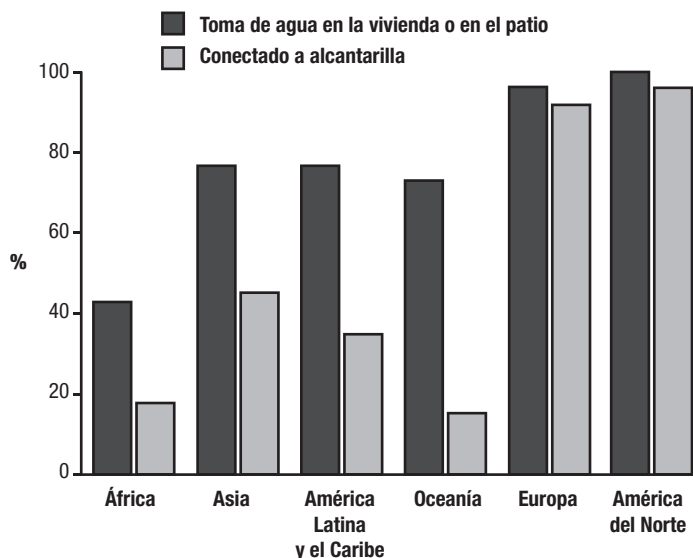
El uso práctico de las aguas subterráneas ha estado por encima del conocimiento, planificación y control de las administraciones públicas del agua. Este hecho tiene dos explicaciones fundamentales: por un lado, los responsables de esas administraciones estaban más familiarizados con el proyecto y gestión de estructuras hidráulicas basadas en el uso de las aguas superficiales; por otra parte, el uso de las aguas subterráneas ha sido efectuado, principalmente, por particulares (agricultores, industrias o pequeños núcleos urbanos), sin ninguna planificación ni control estatal.

Según datos de la UNESCO en el 2006, el abastecimiento urbano con agua subterránea supone

entre el 25% y el 40% del agua potable del mundo. Hoy en día, la mitad de las megalópolis del planeta (México DF, Teherán, Shanghai, Buenos Aires, Yakarta, Karachi, Dhaka, Manila, El Cairo, Bangkok, Londres, Beijing) y cientos de otras ciudades de gran tamaño en todos los continentes, dependen de las aguas subterráneas o consumen un gran volumen de estas. Además, las pequeñas ciudades y las comunidades rurales utilizan con frecuencia aguas subterráneas para su abastecimiento doméstico.

Para que haya un real aprovechamiento de los cultivos agrícolas producidos, estos deben contribuir a la salud, lo cual es proporcionado por el agua potable. El derecho al agua es un pre-requisito para los derechos humanos. Sin embargo, la situación de pobreza de muchas personas está estrechamente vinculada con su acceso al agua y a su calidad. En el Anexo 1 se detalla una serie de datos relacionados con agua y salud.

**Figura 2. Proporción de viviendas urbanas conectadas al suministro de agua por cañerías y alcantarillas**

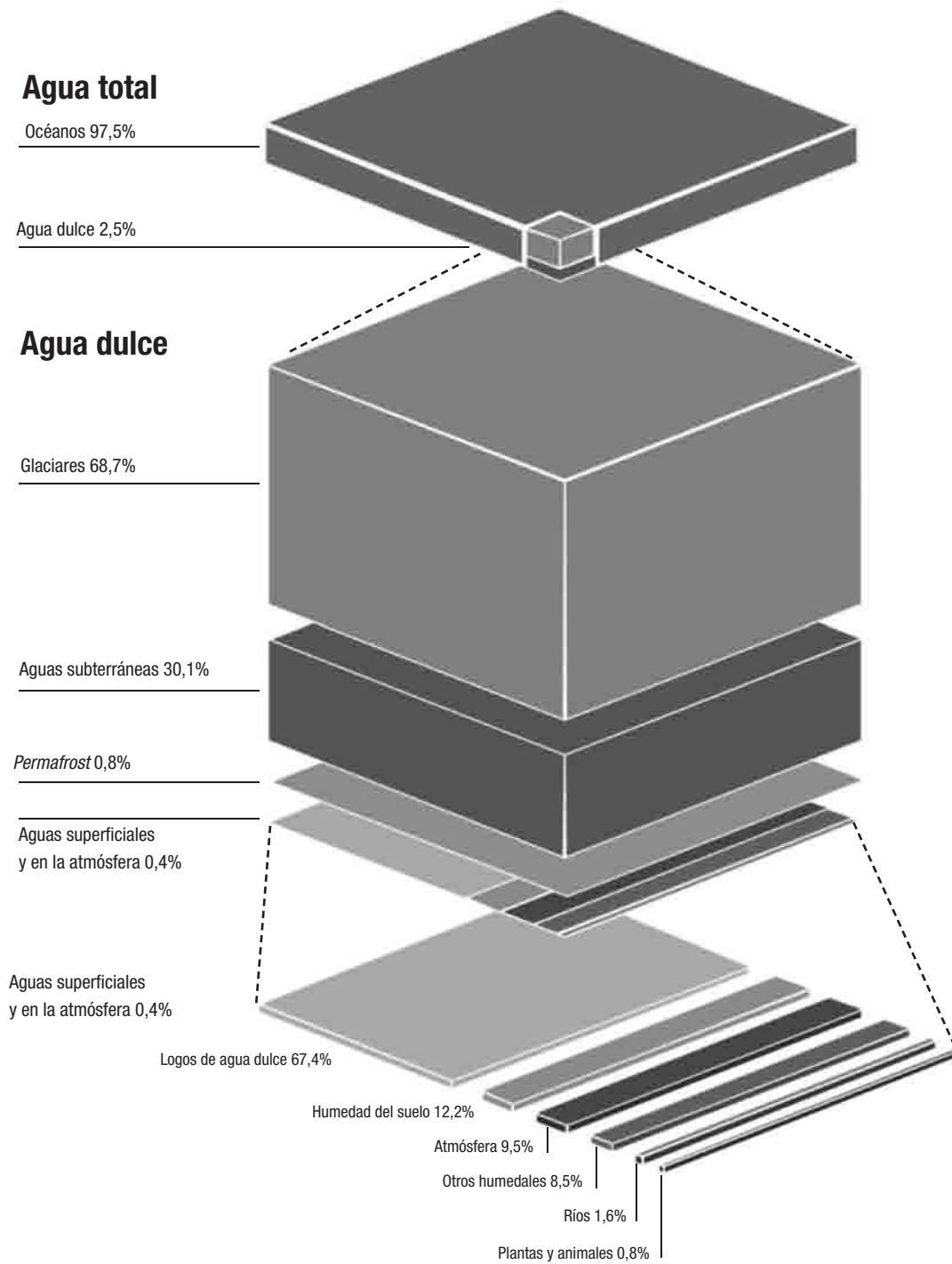


Nota: Estas cifras se basan en información obtenida para 116 ciudades. En ninguna región hubo una muestra representativa de grandes ciudades, aunque es probable que las cifras de cada región sean indicativas de los niveles medios de acceso a servicios de suministro de agua y de saneamiento para las principales ciudades de esa región. Si por "servicio adecuado de saneamiento" en grandes ciudades se entiende el uso de un inodoro conectado a una alcantarilla, esta cifra indica entonces una notable falta de instalaciones adecuadas en todas las regiones de África, Asia, ALC y Oceanía.

Fuente: Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el 2000 (OMS/UNICEF 2000) en UNESCO y WWAP 2003.

En la Figura 3 se presenta la distribución mundial del agua de acuerdo con su demanda.

**Figura 3. Distribución mundial del agua.**

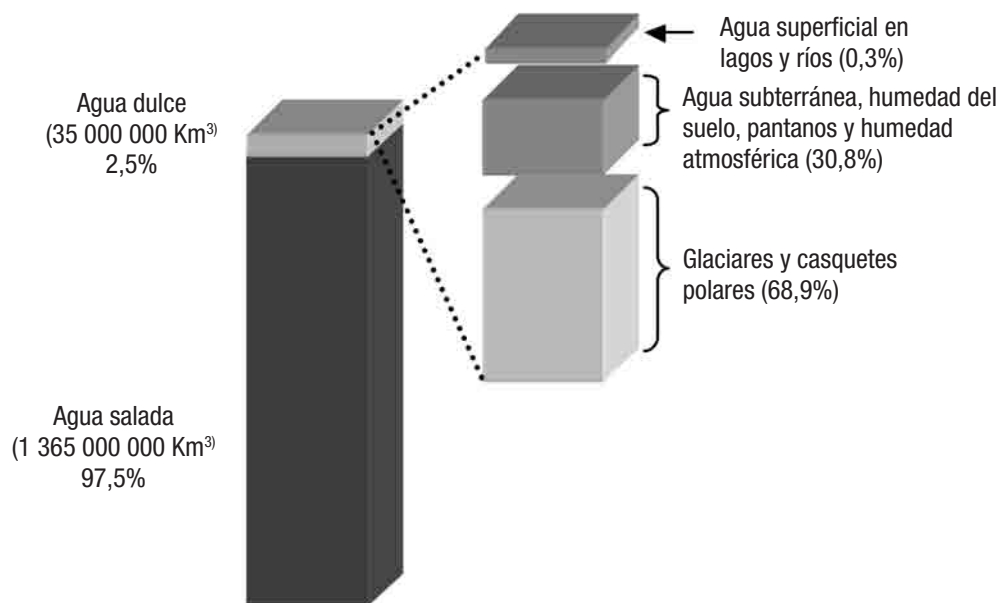


Fuente: WWAP 2006.



En la Figura 4 se observa la cantidad en porcentaje del agua dulce y de agua salada en el mundo.

**Figura 4. Cantidad de agua dulce y salada estimada en el mundo.**



Fuente: Elaboración de los autores con base en Freshwater Resources y PNUMA 2003.

La atmósfera terrestre contiene aproximadamente 13 000 km<sup>3</sup> de agua. Esto representa el 10% de los recursos de agua dulce del mundo que no se encuentran en las aguas subterráneas, en los casquetes polares ni en el *permafrost*. En el Cuadro 1 se ilustra la forma como

las precipitaciones regresan a la atmósfera en tres zonas climáticas relativamente diferentes, como evaporación o evapotranspiración, agua superficial gracias a las escorrentías o bien como recarga de las aguas subterráneas.

**Cuadro 1. Distribución de las precipitaciones entre aguas superficiales y aguas subterráneas por regiones climáticas.**

	Clima templado		Clima semiárido		Clima árido	
	Porcentaje	mm	Porcentaje	mm	Porcentaje	mm
Precipitación total	100	500-1 500	100	200-500	100	0-200
Evaporación/ Evapotranspiración	~33	160-500	~50	100-250	~70	0-140
Recarga de aguas subterráneas	~33	160-500	~20	40-100	~1	0-2
Escorrentía superficial	~33	160-500	~30	60-150	~29	0-60

Fuente: Centro de Hidrogeología (Universidad de Neuchâtel 2003) en WWAP 2006.



En todo el planeta, hay 262 cuencas de ríos internacionales: 59 en África, 52 en Asia, 73 en Europa, 61 en ALC y 17 en América del Norte. En total, 145 países poseen territorios que incluyen por lo menos una cuenca de río compartida.

#### 4.1 Costo del agua

El costo total del agua no solo incluye el de abastecimiento, es decir, el costo de operación y mantenimiento (OM) más el costo de capital, sino también otros costos importantes como el económico, el ambiental y el social.

El costo económico incluye los costos de oportunidad y las externalidades económicas. Cuando un usuario consume agua, está privando a otro usuario de esa misma agua. La disposición por pagar más por el mismo producto representa un costo de oportunidad. Con respecto al agua, este costo de oportunidad es nulo solo cuando no hay usos alternativos. Las externalidades económicas son los efectos positivos o negativos asociados con el consumo o uso de un recurso en particular. Algunos ejemplos de externalidades negativas son la contaminación del agua o el exceso de extracción de agua subterránea.

Además de los costos económicos y de suministro, el costo total del agua incluye costos sociales y ambientales. En general, las externalidades económicas se determinan por los cambios positivos o negativos en los gastos de producción o de consumo, mientras que las ambientales son aquellas que se asocian con salud pública y mantenimiento de ecosistemas (por ejemplo, la disminución en el caudal hacia los humedales). Sin embargo, en la práctica es difícil separar la externalidad económica de la ambiental (por ejemplo, la contaminación del agua afecta la salud pública y la pesca). En ambos casos, las externalidades negativas deberían generar costos adicionales a los usuarios responsables, ya sea en forma de cobros directos, impuestos o permisos comerciables.

El costo total de agua es igual a la suma de todos estos costos: de abastecimiento (OM más el

costo de capital), el económico (costos de oportunidad más externalidades económicas) más las externalidades ambientales y sociales.

El otro lado de la moneda del costo, es el valor. El valor del agua es esencialmente lo que la gente está dispuesta a pagar por ella y puede medirse a través de la observación directa de los mercados u otras técnicas económicas. Es interesante como, aún las familias de bajos ingresos (que consumen un gran porcentaje de su presupuesto en agua más que las familias con recursos) están generalmente dispuestas a pagar el acceso a agua potable. Un estudio de Martínez (2002) muestra que la mayoría de residentes de la ciudad de Guatemala (aproximadamente un 68%) están dispuestos a pagar por medidas de conservación como la protección de bosques en las tierras altas.

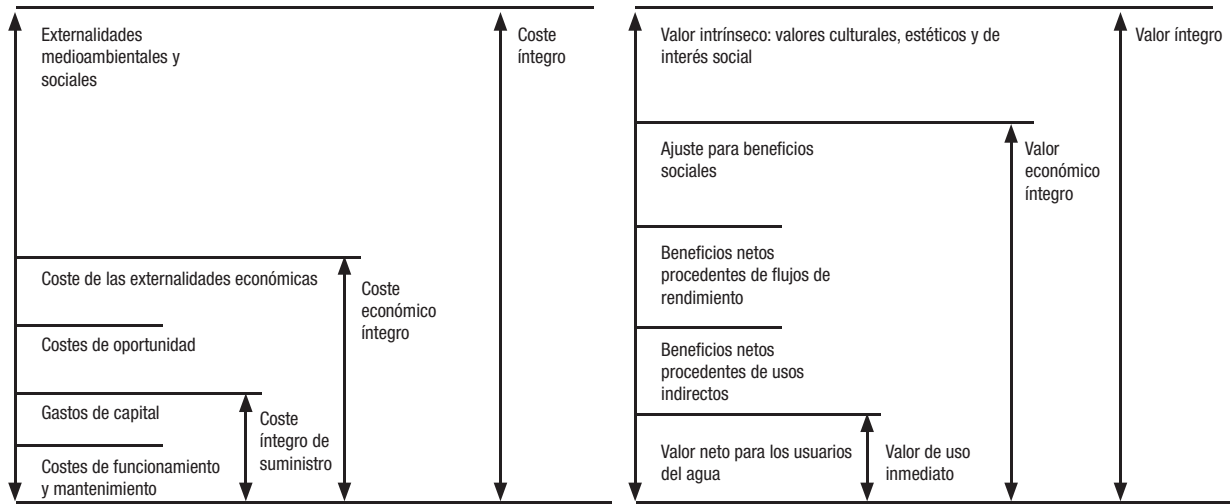
Para que el agua sea utilizada sosteniblemente, su costo total debe ser igual a su valor total (equilibrio económico). Desafortunadamente, esto rara vez ocurre y el valor del agua es generalmente más alto que su costo (como es el caso de las compañías de agua que no pueden recuperar sus costos o bien el de los consumidores que están dispuestos a pagar altos precios sobre el valor del agua). En el Cuadro 2 se presenta la comparación entre costo y valor del agua.

Las consecuencias de este desequilibrio son serias. Ignorar los costos de oportunidad y las externalidades negativas provoca el desperdicio de agua y de recursos financieros, pérdida de oportunidades para las inversiones, disminución de la productividad económica, contaminación general, el aumento de costos en salud pública y la disminución de servicios ecológicos.

Una adecuada valoración del agua y de su precio es la clave para mejorar la administración de este recurso, junto con políticas que proporcionen incentivos regulatorios y económicos que aborden las externalidades ambientales y otras.

Los datos presentados en la ExpoZaragoza 2008 en España muestran el costo moral del agua en

**Cuadro 2. Comparación entre el costo y el valor del agua.**



a. Componentes del coste del suministro de agua.

b. Componentes del valor del uso del agua.

Fuente: Derivado de Rogers *et al.*, 1998; Savenlje, H. H. G. y van der Zaag, P. 2001; y Matthews *et al.*, 2001.

relación con costos de disponibilidad de agua potable en todo el mundo. A continuación se detalla la visión presentada:

- El costo por la construcción de 18 submarinos nucleares.
- El costo de los cuatro primeros meses de guerra entre Estados Unidos y la guerra contra Irak.
- El costo de la investigación de armas nucleares, su desarrollo, prueba, despliegue y mantenimiento en 1996. Esto excedió los

5,5 trillones de dólares, según el estudio de Brookings Institut (disponible en <http://www.brookings.edu/>). Es decir, hace más de una década, se hubiese resuelto el tema del agua potable y posiblemente del hambre en el mundo.

- El costo de traslado de las tropas estadounidenses al Golfo Pérsico entre 9 y 13 mil millones de dólares. Esto significa que con solo cuatro pasajes de dichas tropas se habría dado agua a la humanidad, según un análisis de la oficina de presupuesto de los EE.UU.



## 5. Las inversiones en riego y drenajes (avenamiento)

Las inversiones del Banco Mundial relacionadas con el tema agua representaron un amplio espectro de actividades en el 2008:

- a. Préstamo por US\$2100 millones en abastecimiento de agua y saneamiento.
- b. US\$500 millones en riego y drenaje.
- c. US\$500 millones en ordenación de recursos hídricos.
- d. US\$700 millones en hidroenergía.

Estas categorías se superponen en algunos puntos, por lo que no corresponde sumar las cifras. No se incluyen inversiones relacionadas, como la ordenación de aguas transfronterizas apoyadas por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y la restauración de cuencas fluviales y lacustres, humedales y acuíferos.

El lema en el tema del agua del Banco Mundial es apoyar una mejor prestación de servicios y ordenación de recursos hídricos a través del perfeccionamiento de los conocimientos técnicos, formación de instituciones e impulso a las políticas públicas.

Hace falta explorar e implementar nuevas formas de gestión del agua en la agricultura, incluida la irrigación, para poder centrarse en los medios de sustento y no solo en la productividad.

El aumento de la competencia por el agua entre diferentes sectores impulsa a examinar la agricultura de regadío cuidadosamente para determinar el ámbito donde la sociedad puede obtener el máximo beneficio de su aplicación. El acceso a los recursos naturales debe negociarse

con otros usuarios de una manera transparente para poder conseguir usos óptimos en condiciones de escasez creciente.

En relación con riego y drenaje, se requieren acciones para adaptar las políticas de desarrollo agrícola y rural, acelerar los cambios en la gobernabilidad de la irrigación, a través de adecuadas leyes e instituciones, y apoyar la integración de las necesidades sociales, económicas y medioambientales de las poblaciones rurales.

El IICA ha mostrado su fuerte compromiso con el desarrollo de acciones en el tema de riego y avenamiento. Por medio de la Dirección de Financiamiento Externo en Venezuela, y a partir de abril del 2006, se concibió el Proyecto Yacambú - Quíbor, denominado Proyecto de Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), conjuntamente con el Gobierno Central, estatal y municipales, la Corporación Andina de Fomento (CAF) y otras instituciones públicas y privadas (IICA 2006).

Este proyecto integra la construcción de las obras de infraestructura hidráulica con el desarrollo agrícola del Valle de Quíbor y la conservación de la Cuenca del Río Yacambú, con una inversión total de US\$ 600 076 097. Se trata de un macro proyecto, cuyo nivel de inversión en estructura física es del 93,7% sobre el monto directo del proyecto, US\$494 212 387. El resto de la inversión se destinó a la formación de capacidades, fortalecimiento organizacional, generación y transferencia de tecnologías, desarrollo de agricultura sostenible y gestión de cuencas, desde una perspectiva integral y participativa.

**Cuadro 3. Asuntos de gobernabilidad en la gestión del agua para uso agrícola.**

Nivel	Agua	Tierra	Infraestructura	Servicios comerciales
Agricultor	Acceso al agua, derechos sobre el agua, mercados del agua.	Acceso a la tierra, propiedad de la tierra, tamaño de las propiedades.	Acceso a tecnología asequible, incluida la irrigación.	Acceso a los factores de producción y a los mercados.
Grupos de agricultores	Derechos sobre el agua, equidad, distribución del agua, reponsabilidad.		Autoridad de gestión (planes de irrigación).	Cooperativas de agricultores, sindicatos, pronósticos meteorológicos.
Servicio de irrigación	Fiabilidad, equidad y flexibilidad de la prestación del servicios de riego.	Patrones de cultivo y permisos.	Gestión y mantenimiento del sistema, recuperación de costes, transparencia y responsabilidad.	Mantenimiento de caminos rurales y otras infraestructuras.
Gobierno local	Permisos sobre el agua (nepotismo), resolución de conflictos.	Planificación del uso de la tierra.	Descentralización, desarrollo de nuevas infraestructuras (incluye mercados).	Infraestructura de mercado y transporte, acceso a financiación, información de mercados.
Autoridad de cuenca	Asignación sectorial del agua, gestión de la calidad del agua, conservación del agua (incentivos económicos).	Conservación del suelo, protección de la cuenca fluvial.	Planificación de las principales infraestructuras hidráulicas, desarrollo y gestión (corrupción).	
Gobierno nacional	Política y legislación sobre el agua, acuerdos institucionales.	Política y legislación sobre el uso de la tierra, catastro, planificación del uso de la tierra.	Políticas y legislación sobre: descentralización, planificación del desarrollo de infraestructuras, recuperación de costes, mecanismos de financiación de la infraestructura, acceso a financiación para actores locales.	Políticas y legislación sobre: seguridad alimentaria, agricultura (subvenciones), desarrollo rural, comercio (aranceles, subsidios), autosuficiencia alimentaria, economía rural.
Nivel regional	Agua transfronteriza; seguridad del abastecimiento.		Infraestructura compartida del agua transfronteriza.	Acuerdos de comercio regionales.
Nivel mundial	Seguridad y solidaridad internacional			Subvenciones agrícolas y aranceles.

Fuente: WWAP 2006.

Por otra parte, Costa Rica es un país rico en recursos hídricos (CNMH 2002). Se estima que de un aporte pluvial de 167,2 km<sup>3</sup>, solo 112,4 km<sup>3</sup> representan el potencial del recurso hídrico renovable, lo que significa un capital hídrico resultante de 31 441 m<sup>3</sup>/año per cápita. Sin embargo, el agua no siempre está donde se necesita: ni en el tiempo ni en el espacio. Por ello, ha sido necesario acudir no solo a las fuentes superficiales de agua, sino también a las aguas subterráneas, más predecibles en términos de su disponibilidad temporal.

En época seca, las aguas subterráneas son la principal fuente para mantener los caudales mínimos en los cauces de los ríos y determinan los volúmenes mínimos de aprovechamiento

frente a la ausencia de infraestructura de regulación, tales como presas, diques y otros medios para almacenar las aguas. También en Costa Rica, el IICA viene apoyando financieramente las acciones del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) que realiza con financiamiento conjunto entre el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), el Componente de Desarrollo Agropecuario y Rural del Plan Puebla Panamá, el Gobierno de Costa Rica y otras instituciones públicas y municipalidades. Mediante el programa de gestión integrada de recursos hídricos, con un costo total de US\$71,77 millones, se incluyen inversiones, imprevistos, escalamiento de costos y gastos de supervisión.

## 6. Impactos de la siniestralidad (inundaciones, sequías, contaminación)

La creciente incertidumbre acerca de la disponibilidad de las aguas superficiales, los altos niveles de contaminación y las desviaciones de los cauces, amenazan con perturbar el desarrollo social y económico en muchas zonas y también la salud de los ecosistemas.

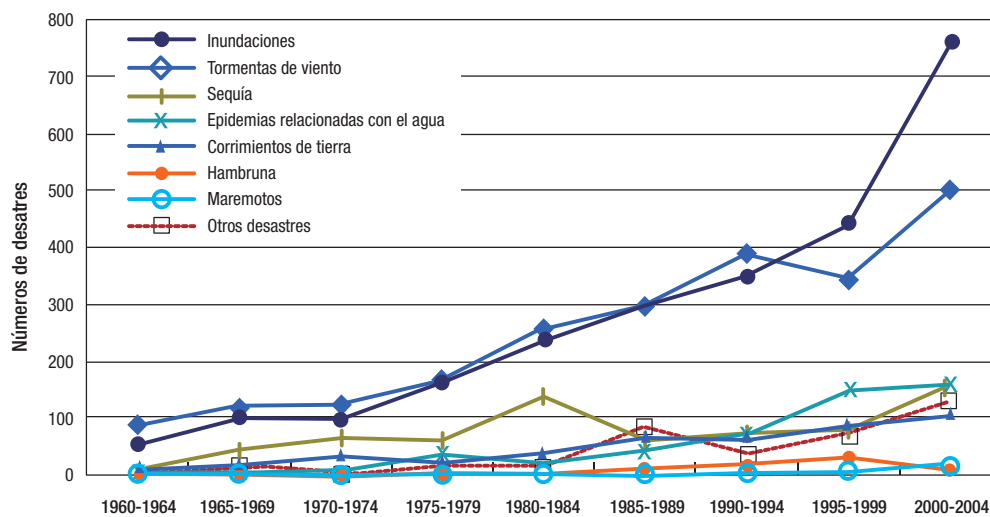
También hay incertidumbre con respecto a la magnitud del cambio en el clima y a las regiones específicas. Se ha mostrado que la variabilidad climática de estaciones influye en los ecosistemas y en la vida humana. Mejorar la capacidad para evaluar las consecuencias y sistemas humanos puede ayudar a gobiernos, empresas y comunidades a reducir los daños y aprovechar las oportunidades mediante la

adaptación de infraestructura, actividades y planes (Moss y Journalista s.f.).

El cambio climático muestra un impacto significativo sobre los patrones meteorológicos, las precipitaciones y el ciclo hidrológico, lo cual influye en la disponibilidad de las aguas superficiales, así como en la humedad del suelo y en la recarga de las aguas subterráneas.

La sequía y desertificación también se están extendiendo como consecuencia del mal uso de los recursos hídricos. En la Figura 5 se muestra la tendencia que han presentado los fenómenos de desastres relacionados con el agua desde 1960 hasta el 2004.

**Figura 5. Tendencia general de los desastres relacionados con el agua por tipo de riesgo, 1960-2004.**



Por lo tanto, se requiere enfatizar y tomar acciones en los siguientes aspectos:

- Mayor integración de las políticas públicas de prevención para reducir los riesgos de catástrofes relacionadas con el agua y mejorar la cooperación entre los responsables de la toma de decisiones, los gestores de riesgos y del agua.
- Indicadores que permitan detectar y controlar los cambios en el entorno natural y social, a fin de proporcionar una base cuantitativa para el diseño de políticas de reducción de riesgos de catástrofes.
- Mejores procesos para la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre capaces de adaptarse a cambios globales actuales y futuros como el incremento de la variabilidad climática.
- Fortalecimiento de mecanismos de coordinación y gestión institucional con base en una política integrada y marcos nacionales de gestión de riesgos. Esto podría lograrse mediante la promoción de foros de prevención de desastres nacionales que incluyan la participación de los actores concernidos.
- Una política integrada de gestión de riesgos, cuyos planes dispongan de los recursos necesarios y el respaldo de un marco legislativo claro.
- Estrategias de gestión de riesgos que consideren el grado de preparación de las sociedades para enfrentarlos, según su percepción y las amenazas incipientes, como el calentamiento global y el cambio climático.

## 7. Principales limitaciones del recurso hídrico para la agricultura y acciones de política para mitigarlas

Las políticas enfocadas a la conservación de los recursos naturales pocas veces logran una base consensada, a pesar de los planteamientos de la Cumbre de la Tierra y de la Agenda XXI, y del reconocimiento formal de la participación de los grupos locales en la gestión de

sus recursos. Es decir, la participación que muchas veces no pasa de una formalidad, se manifiesta en actos protocolarios con una mínima representatividad de los actores locales, regionales o nacionales y escaso margen de acción. En el Cuadro 4, se muestran las políticas públicas que deben ser tomadas en cuenta.

**Cuadro 4. Políticas públicas con componentes de riesgo relacionados con el agua.**

Política pública	Aspecto o consecuencia relacionados con el riesgo
Planificación del desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Actividades sociales y económicas.</li> <li>■ Reducción de la pobreza.</li> </ul>
Planificación del uso de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Urbanización descontrolada en áreas propensas a inundaciones.</li> <li>■ Exposición de los grupos más vulnerables.</li> </ul>
Gestión de recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Caudal del agua río arriba / río abajo.</li> <li>■ Gestión del caudal ecológico.</li> <li>■ Alerta y gestión de la sequía.</li> </ul>
Agricultura y silvicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erosión y sedimentación.</li> <li>■ Tiempo de recorrido en la cuenca fluvial.</li> </ul>
Defensa civil y militar	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Capacidad de respuesta y auxilio.</li> <li>■ Comunicación de alertas y de crisis.</li> </ul>
Salud pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Capacidad de respuesta a auxilio de emergencia.</li> <li>■ Gestión de enfermedades propagadas por agua contaminada.</li> </ul>
Educación	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Campañas de sensibilización</li> <li>■ Aprendizaje de conductas autoprotectoras.</li> <li>■ Investigación académica y formación de personal</li> </ul>
Diplomacia	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cooperación para compartir el agua.</li> <li>■ Intercambio de datos para el pronóstico / alerta.</li> <li>■ Gestión internacional de cuencas.</li> </ul>

Nota: Esta información debería ser adaptada a las características de las situaciones regionales, nacionales y locales.

Fuente: WWAP, 2006

Desde una política para la agricultura, urbanización y disponibilidad del recurso agua, se esperan definir aspectos relacionados con manejo del recurso hídrico, donde se incluyan criterios sociales, económicos, ambientales y tecnológicos en las distintas zonas

agroecológicas donde se dispone de este recurso, para esclarecer su uso como sustento y aprovechamiento. Esto apoya el proceso de análisis del Estado sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y su uso actual y futuro.



Debe generarse, además, un sistema de manejo que permita:

- Identificar, evaluar y manejar los impactos asociados al uso del agua.
- Utilizar las mejores prácticas disponibles.
- Cumplir y, donde corresponda, exceder los requerimientos legales aplicables del país.
- Minimizar y mitigar, según corresponda, los impactos ambientales y sociales relacionados con el uso del agua.
- Buscar el mejoramiento continuo del desempeño.

Esto se logra mediante el cumplimiento de ciertos parámetros, tales como:

- a. Análisis de la normativa vigente en el país sobre el agua, medio ambiente, recursos naturales y las tendencias de adecuación institucional del Estado, donde se identifiquen las formas de gestión del agua a través del análisis de los derechos, la distribución y las características de las organizaciones de usuarios.
- b. Estudio de los usos actuales del agua en función a sus requerimientos hídricos y las características y efectos sociales, económicos, ambientales y tecnológicos.
- c. Establecimiento de escenarios futuros de uso del agua, basados en el análisis del estado actual y gestión, donde se consideren las tendencias y procesos socioeconómicos en curso.
- d. Generación de diferentes escenarios de participación social y económica de los diversos actores involucrados en la zona de estudio y determinación de la viabilidad y sostenibilidad económica de las alternativas.
- e. Diagnóstico biofísico, social, económico y ambiental, donde se evalúe el estado de los recursos hídricos para desarrollar los

lineamientos estructurales de corto, mediano y largo plazo para el manejo y conservación del sistema que fundamente la definición de políticas hídricas.

Además, se debe gestionar una serie de actividades coordinadas que permita obtener información concisa de este vital recurso, como:

Estado de los recursos hídricos:

- Desarrollo actual de los recursos hídricos.
- Identificación de las fuentes de agua superficial.
- Zonificación y cuantificación de las fuentes de agua subterránea.
- Análisis de vulnerabilidad de los acuíferos.
- Análisis hidrológico.
- Inventario de la disponibilidad de datos.
- Red de pozos de observación.
- Red de monitoreo de la calidad del agua en términos temporales.
- Análisis de la gestión del agua.

Uso actual del agua:

- Análisis de la demanda de agua.
- Uso del agua.
- Procesos de desarrollo rural.
- Impactos sociales, económicos, ambientales y tecnológicos del uso del agua.
- Tendencias y vocaciones productivas locales en el uso del agua.

Posteriormente, se debe efectuar un foro de discusión interinstitucional y elaboración de las políticas de los recursos hídricos para la zona de estudio, en función de los objetivos establecidos y descritos en los puntos precedentes.

Además, se deben determinar los instrumentos de política necesarios para lograr un manejo sostenible del agua en la agricultura en relación con su medio ambiente. Fundamentalmente, por ser un bien público, la calidad ambiental presenta características que

la hacen improductiva para que el sector privado la ofrezca a niveles socialmente óptimos. Los formuladores de políticas públicas tienen a su disposición una gama de instrumentos para obligar a los productores agrícolas a adoptar prácticas de manejo que promueven o protegen la calidad ambiental. Entre esos instrumentos, que pueden ser totalmente voluntarios u obligatorios, están los siguientes:

- a. Educación e información para la toma de decisiones.
- b. Asistencia técnica.
- c. Asistencia financiera:
  - Pagos de incentivos y participación en los costos de inversión.
  - Pagos por retiro de tierras de cultivo (contratos).
  - Incentivos relacionados con el mercado ambiental.
  - Impuestos y cuotas a los usuarios.
- d. Mecanismos de adquisición de compromisos para la conservación del medio ambiente.
- e. Marco regulatorio.

Cada instrumento de política se aplica en el contexto de un marco general de políticas para la conservación y el medio ambiente. La naturaleza de ese marco general y el grado de coordinación entre cada una de las políticas o programas y entre los diversos niveles de gobierno (federal, estatal y municipal o local) pueden repercutir sobre la eficacia de los diferentes instrumentos de política pública.

### 7.1. Descripción general de los instrumentos de política

- **La educación e información para la toma de decisiones.** Es un instrumento dirigido a mejorar las prácticas de conservación y sensibiliza a los productores agrícolas sobre

la importancia de la calidad ambiental. El empleo de la educación como herramienta para mejorar la calidad ambiental se basa en el supuesto de que los productores agrícolas no están plenamente conscientes de las repercusiones que tienen sus operaciones agrícolas sobre los recursos hídricos, ni están informados sobre la disponibilidad e índole de las prácticas de producción alternativas que permiten reducir la contaminación hídrica o conservar el agua.

Asimismo, se parte de la premisa de que, si dispusieran de una información completa, los productores agrícolas estarían dispuestos a adoptar prácticas alternativas, ya sea por razones económicas o de gestión ambiental responsable. Los medios más comunes para transmitir información a los productores agrícolas son los proyectos de demostración, los boletines informativos, los seminarios, los días de observación en el terreno y la *internet*.

- **La asistencia técnica** es una ayuda práctica y directa que se imparte a los terratenientes y productores agrícolas que ya están dispuestos a adoptar e implantar nuevas prácticas y tecnologías de conservación. Aunque en cierto modo es similar a la educación, la asistencia técnica se diferencia en que su aplicación es más individualizada y requiere más recursos de los organismos responsables de conservación. Un representante de un organismo de conservación trabaja directamente con el productor agrícola y le proporciona ayuda directa en materia de planificación, diseño e implementación para la conservación.

El éxito de las prácticas implantadas con el apoyo de asistencia técnica depende, en gran medida, de los mismos factores que determinan el éxito del instrumento de educación: la rentabilidad a largo plazo de la nueva práctica y el grado de compromiso con la gestión ambiental responsable por parte del productor agrícola. Además,

la habilidad de gestión del productor agrícola también desempeña un papel importante para que la asistencia técnica contribuya a la implantación exitosa de una práctica.

- **Las políticas basadas en incentivos financieros** proporcionan incentivos monetarios positivos (es decir, otorgan pagos a los productores agrícolas) creados para alentar las buenas prácticas ambientales o bien incentivos negativos (impuestos o cuotas que deben pagar los productores agrícolas) establecidos para desalentar las actividades nocivas contra el medio ambiente. En la práctica, los incentivos positivos han sido la principal herramienta de asistencia financiera para promover la conservación en la agricultura.
- **Pago de incentivos y participación en los costos de inversión.** Los productores agrícolas reciben incentivos por adoptar y aplicar voluntariamente las prácticas recomendadas para la conservación o uso de tierras. Los pagos por participación en los costos de inversión suelen representar un porcentaje del costo de las prácticas, entre 50% y 75% en los programas de asistencia financiera del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y, en general, se utilizan para prácticas estructurales como terrazas, franjas amortiguadoras vegetales y estructuras para el almacenamiento de estiércol.

Los pagos de incentivos no se basan necesariamente en los costos, sino que se fijan según sea necesario para lograr que los agricultores adopten una práctica. Típicamente, el pago de incentivos se utiliza para fomentar prácticas como manejo de nutrientes, labranza de conservación o manejo integral de plagas. En algunos programas, el pago de incentivos se utiliza para adquirir derechos de servidumbre, lo cual alivia la presión de tener que convertir tierras agrícolas en usos más desarrollados que podrían provocar una mayor contaminación del agua.

- **Pagos por retiro de tierras de cultivo (contratos).** Se otorgan a los productores agrícolas por retirar voluntariamente tierras de cultivo de la producción agrícola. Aunque los pagos por retiro de tierras de cultivo suelen ser más onerosos que los pagos por prácticas de conservación en tierras de cultivo económicamente activas, a largo plazo pueden producir grandes beneficios ambientales. Al igual que en el pago de incentivos, el diseño del programa es crucial para asegurar que las tierras más susceptibles de beneficio ecológico al menor costo sean ofrecidas y aceptadas en el programa.
- **Incentivos relacionados con el mercado ambiental.** Aprovechan la demanda de mejoras ambientales creadas por las industrias para alcanzar objetivos ambientales y hacen que la agricultura sea proveedora de calidad ambiental. El comercio de “créditos” ambientales permite que empresas reguladas cumplan con sus obligaciones mediante la adquisición de esos servicios de proveedores de menor costo. Los productores agrícolas pueden beneficiarse si participan en ese tipo de mercados cuando el costo de generar créditos es menor al precio que piden. Ejemplos de esos mercados son el comercio de créditos de nutrientes entre fuentes puntuales y no puntuales de contaminación y los bancos de mitigación de humedales. Una importante característica de los enfoques basados en el mercado ambiental es que aprovechan pagos por conservación que provienen del sector privado en vez de programas públicos.
- **Impuestos ambientales:** Se calculan por unidad y se recaudan con actividades que contribuyen a la degradación ambiental. Los gravámenes pueden vincularse con las emisiones (por ejemplo, un monto fijo en dólares por cada libra de tierra perdida) o con los insumos utilizados (por ejemplo, un gravamen sobre los fertilizantes).

Mientras los gravámenes son mayores que el costo de implementar las prácticas de conservación adecuadas, al agricultor le conviene más adoptar dichas prácticas. El reto para la agencia administradora está en canalizar los gravámenes a las actividades pertinentes y establecer una tasa tributaria que conduzca a los cambios buscados.

- **Mecanismos de adquisición de compromisos para la conservación del medio ambiente.** Requieren un nivel básico de rendimiento ambiental como condición de aceptación para participar en programas agrícolas que no están dirigidos primordialmente a obtener beneficios ambientales. En cierto sentido, el cumplimiento maximiza los pagos de programas agrícolas para la protección ambiental. Los requisitos de aceptación del programa, por lo general, dependen de la implementación de una serie aprobada de prácticas de conservación para proteger un recurso específico.

En Estados Unidos, este tipo de mecanismos se utiliza para proteger suelos y humedales altamente vulnerables a la erosión. Debido a que los programas existentes son utilizados para emitir obligaciones, los mecanismos de adquisición de compromisos para la conservación del medio ambiente no requieren lineamientos presupuestarios para pagos a los productores, aunque se podría necesitar una considerable asistencia técnica para la elaboración de planes dirigidos a la adquisición de compromisos de conservación ambiental. En este mismo país, los mecanismos de adquisición de compromisos para la conservación del medio ambiente se promulgaron principalmente como método para eliminar incongruencias entre los programas de complemento al ingreso agrícola (que pueden alentar una agricultura más intensiva) y los programas de conservación.

- **Marco regulatorio:** En la gama de políticas públicas, el marco regulatorio constituye el extremo opuesto a la participación

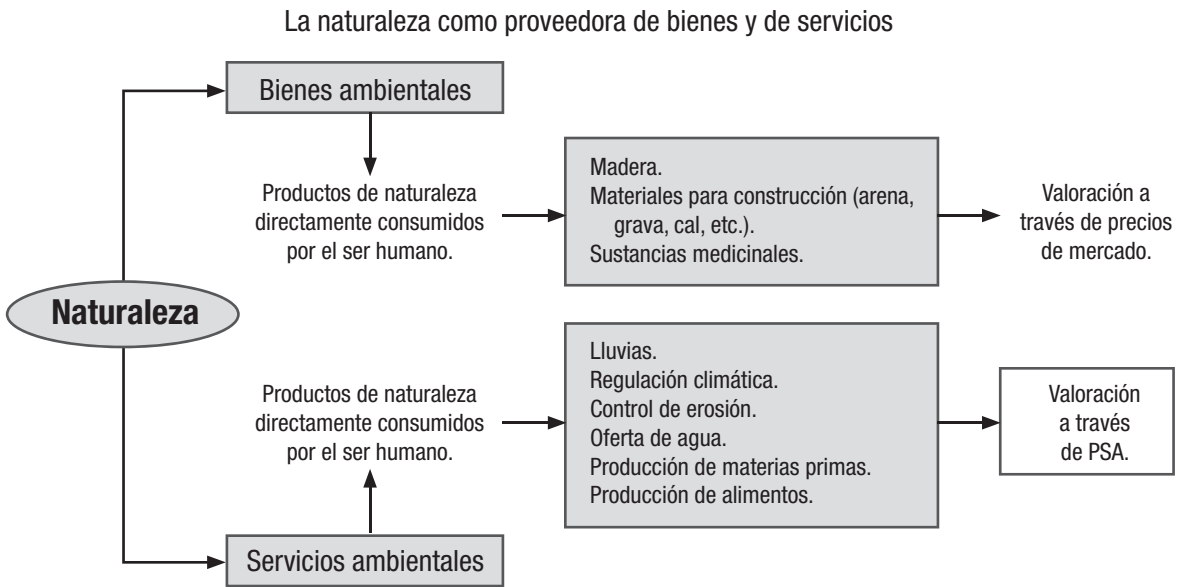
voluntaria. En vez de intentar facilitar o alentar un mejor rendimiento ambiental, los formuladores de políticas pueden simplemente exigirlo. Las regulaciones (reglamentos) pueden prohibir la utilización de determinado insumo o práctica que se considera de alto riesgo para la seguridad pública o el medio ambiente o bien exigir el empleo de una buena práctica. Un ejemplo del primer caso es la prohibición de producir o aplicar la sustancia química DDT. Un ejemplo del segundo caso es la aplicación obligatoria de un plan de manejo para la nutrición de animales grandes.

La reglamentación puede ser eficaz, pero requiere un conocimiento detallado de los insumos o prácticas que se deben exigir o limitar, al igual que operaciones específicas por incluir. Asimismo, para ser eficaz, el marco regulatorio requiere de un sólido elemento de imposición para su cumplimiento.

Para garantizar el no-agotamiento de las fuentes de agua, se necesitan nuevos mecanismos de participación social y de “inversión social para la sostenibilidad”. En su diseño y administración, se deben involucrar diversos grupos de interés y actores: gobiernos de los territorios rurales, pobladores urbanos y gobiernos urbanos como usuarios del agua.

Estas inversiones sociales que podrían aminorar los desequilibrios existentes como los pagos o compensaciones por servicios ambientales (PSA), implican nuevas interrelaciones económicas y políticas entre municipios de desarrollo desigual. Un adecuado ejercicio de esa inversión requiere de nuevas instancias regionales de gestión y de mecanismos de monitoreo y certificación social de buen manejo. Frente a las políticas que deben impulsar estas propuestas para financiar y monitorear un desarrollo social, económico y ambientalmente sostenible, se debe constituir una alternativa donde la participación y la transparencia de la población sean los ejes de acuerdos y relaciones sociales.

**Figura 6. Esquema de la naturaleza como proveedora de servicios.**



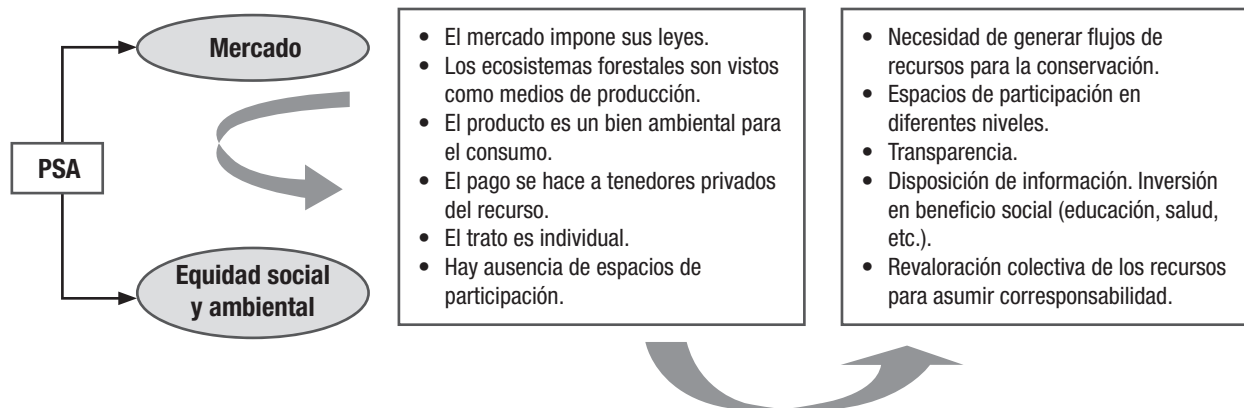
Fuente: FONAFIFO 2008.

**7.2. El pago por servicios ambientales: una estrategia para una sobrevivencia común**

En las relaciones que se establecen a través del mercado, los ecosistemas son vistos como simples medios de producción. En cambio, la propuesta que se elabora entre diferentes actores sociales para que la ciudad cubra los servicios ambientales, puede representar una

revaloración colectiva de los recursos e implica asumir una corresponsabilidad. En este último caso, se plantea la creación de nuevos espacios de participación para poder negociar las nuevas reglas de intercambio y los flujos de recursos necesarios, de la ciudad hacia el campo, para poder garantizar las condiciones de reproducción de los recursos. En la Figura 7 se representan ambas situaciones.

**Figura 7. Los servicios ambientales, las reglas de la demanda y oferta o valoración económica negociada.**



Fuente: FONAFIFO 2008.



El pago de los servicios ambientales por parte de los consumidores de agua incluye el replanteamiento del territorio a partir de las relaciones funcionales ambientales, lo cual exige la apertura de espacios de participación en diferentes niveles y la transparencia e información geográfica, científica, programática presupuestal, y objetivos de los actores.

El recurso agua puede volverse más público a través de mecanismos institucionales que lo protegen de un uso excesivo o erróneo y que prevé procesos de distribución equitativos. Estos mecanismos requieren estar enraizados en la dinámica local y regional, y evitar intervenciones y estereotipos verticales en los procesos de toma de decisión relacionados con los resultados negociados (Metha 2003).

Para lograr este cambio de relación campo-ciudad, la estrategia seguida por las alcaldías o ayuntamientos comprende las siguientes acciones:

- Elaboración de plan de desarrollo municipal, regional o nacional.
- Promoción de un consejo popular de gobierno.
- Consulta pública en comunidades.
- Discusión local sobre los problemas ambientales (abasto de agua y contaminación de arroyos en la comunidad).
- Definición de políticas ambientales locales en el municipio indígena y rural.
- Alianzas con actores estratégicos en las ciudades.
- Construcción de espacios de participación y de financiamiento
- Un marco político e institucional favorable.

El papel de las instituciones académicas y organizaciones civiles que apoyan este proceso consiste en participar en el diagnóstico de la problemática local, elaborar propuestas de ordenamiento comunitario para la restauración de la subcuenca, organizar un foro de discusión sobre los problemas diagnosticados, construir alianzas con pobladores y organizaciones urbanas y buscar financiamientos.

Sin embargo, son muchas las dificultades para avanzar hacia los cambios planeados, tanto desde el municipio indígena, como de los responsables de la política municipal en las ciudades. Es difícil exigir a las ciudades el pago por los servicios ambientales cuando la población rural no hace lo necesario para la protección de sus propios recursos en la búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, como es el abasto de agua, su buena calidad, condiciones adecuadas para la salud de la población, entre otras.

La FAO (2008) considera que hay un amplio margen de intervención normativa para contribuir a “reinventar” la gestión del agua en la agricultura. Recomienda un planteamiento estratégico del fomento de los recursos disponibles de tierras y agua, a fin de satisfacer la demanda de productos alimenticios y agrícolas, así como una mayor conciencia de los beneficios productivos que se pueden obtener mediante un uso inteligente del agua.

Es necesario garantizarles a los agricultores y a las familias campesinas una “relación estable” con los recursos agrarios e hídricos, es decir, derechos de tenencia de las tierras y de utilización del agua suficientemente flexibles para promover la ventaja comparativa de producir alimentos básicos y cultivos comerciales. Esos derechos deben completarse con crédito rural y financiamiento, y con la difusión de tecnología y buenas prácticas en la utilización del agua. También se necesita adecuar las estrategias de gestión y abandonar los sistemas tradicionales de irrigación para adoptar tecnologías que favorezcan a los sectores pobres para su apropiado acceso y acopio de agua en pequeña escala.

En el ámbito del sistema de riego, con la ayuda de programas de modernización, se obtendrá el valor pleno de los costos no recuperables y se reducirá la presión sobre los fondos públicos. Las estrategias de modernización deberían transformar los rígidos sistemas de mando y control en sistemas mucho más flexibles de suministro de servicios. La agricultura debería y puede asumir sus responsabilidades

ambientales con mucha más eficacia, reducir al mínimo los efectos ambientales negativos de la producción de regadío y tratar de restablecer la productividad de los ecosistemas naturales.

Por último, la política y la inversión del gobierno deben ayudar a los mercados locales

de productos agrícolas a ser más eficaces en la satisfacción de la demanda local, es decir, invertir en bienes públicos decisivos, como carreteras y almacenamiento, así como en capacidad institucional. También deben exigir una mayor participación de la inversión privada en gran escala.

La FAO señala tres “temas decisivos” en la gestión del agua en la agricultura para los próximos años:

- **Modernización.** Donde la irrigación presenta una ventaja comparativa, las instituciones pertinentes necesitan adoptar una orientación de servicio y mejorar el desempeño económico y ambiental, por ejemplo, mediante la adopción de nuevas tecnologías, modernización de la infraestructura, aplicación de firmes principios administrativos y promoción de la participación de los usuarios. La tarea central de proporcionar servicios de irrigación debe asociarse más estrechamente a la producción agrícola y a las necesidades de otros usuarios de la cuenca.
- **Participación.** Puede resultar difícil negociar la distribución de los beneficios de una base común de recursos naturales, pero el provecho económico puede ser considerable si se permite realizar transferencias flexibles de tierras y agua, en un ámbito normativo bien estructurado. Estas iniciativas solo pueden dar buen resultado si existe un sólido compromiso con la participación del usuario en la planificación y en las decisiones de inversión, así como la distribución plena y abierta de la información económica y ambiental.
- **Inversión.** Los incentivos para que inviertan las personas y los grupos de usuarios en gestión del agua requieren presentar una clara ventaja comparativa, de servicio tanto a los mercados locales como a los de exportación. Se necesita una mezcla de microcrédito para los pequeños propietarios, crédito comercial bien reglamentado para los agricultores nuevos y en gran escala, y financiación favorable para la infraestructura pública en gran escala.

## 8. Consideraciones finales

### 8.1 Conclusiones

Se parte del principio de que sin agua no hay futuro. En este sentido, las acciones relacionadas con el tema agua son universales, combinadas entre actores individuales y grupales, sociales e institucionales de todas las órdenes, lo cual es necesario para lograr la protección y el fortalecimiento de fuentes o nacientes, cuencas, manantiales, acequias, entre otros.

Para ello se requiere lo que pueblos aborígenes del mundo han hecho desde la antigüedad: conservar, preservar, cultivar sin afectar. Significa, pues, ejercer el derecho al agua, con la celosa participación de todos y todas, en atención al cuidado del agua y la aplicación de las acciones necesarias definidas por los actores involucrados en la optimización en el uso del recurso hídrico.

La calidad y sostenibilidad del ambiente, la mitigación de los procesos de desertificación y sequía así como la biodiversidad, dependen en gran parte de la disponibilidad y calidad del agua dulce en cuencas para la conservación de la naturaleza misma y para una agricultura sostenible. Entonces, es importante mantener la premisa de que el ambiente natural es también un beneficiario del agua, con necesidades que deben ser satisfechas y derechos que deben ser respetados.

Los procesos relacionados con la expansión de la oferta agrícola han generado acciones de innovación tecnológica y mejoramiento que tienen que ver con la incorporación de mecanismos de resistencia y tolerancia a la sequía en los cultivos y esto a su vez genera mayor productividad hídrica. Por tal motivo, se considera necesario gestionar más acciones participativas y consensuadas para incrementar la productividad hídrica, en concordancia con el

retorno económico a los productores y la sostenibilidad del sistema productivo.

El cambio climático hace cada vez más aleatorios los resultados de desarrollo y cosechas de los cultivos. Una forma de reducir la incertidumbre sobre los rendimientos y asegurar bases de rendimiento mayor a las medias históricas (rendimientos de equilibrio) es mediante la aplicación de riego. La crisis por el alza en los precios de los alimentos ha dirigido la atención del mundo al sistema alimentario y al tema del hambre, y esto conduce a la toma de conciencia sobre la gestión del agua.

Los países deben trabajar más en políticas estables y consistentes sobre el manejo de los recursos hídricos. Además, las políticas de Estado deben incluir la real consistencia y sostenibilidad para la planificación y gestión de inversiones en el largo plazo.

El pago por servicios ambientales por el recurso hídrico requiere la valoración de todo su entorno, lo cual implica el servicio ambiental ofrecido por los bosques en las cuencas hidrográficas, con un enfoque de sostenibilidad en términos de calidad, cantidad y disponibilidad continua. Se requiere también considerar el valor de la productividad de los bosques en función de la captación (valor de uso directo) de agua, además de otros servicios ambientales como biodiversidad, belleza escénica, reducción de vulnerabilidad a prevención de desastres, CO<sub>2</sub>, entre otros.

Este pago por servicios ambientales, así como los procesos de reestructuración, descentralización y legislación, implican la innovación del sistema de gestión del agua en cuencas y demanda nuevos conocimientos, capacidades y actitudes institucionales en los sectores. A su vez, se requieren nuevos mecanismos



de relación, nuevas formas de organización y actuación, que posibiliten superar las debilidades institucionales que pudieran existir y las escasas capacidades profesionales de mayor especialización y calificación interdisciplinaria. Este proceso de innovación y profesionalización implica, además, voluntad política, tiempo y estrategias precisas de fortalecimiento de capacidades y desarrollo institucional a nivel hemisférico, regional, nacional y local.

## 8.2 Recomendaciones

A continuación se sintetizan algunas recomendaciones:

- Se debe reconocer que el acceso al agua limpia es un derecho fundamental.
- La pobreza sigue siendo el mayor problema que afecta al mundo en la actualidad.
- El cambio climático exacerba la variabilidad espacial y temporal de los recursos hídricos e intensifica la urgente necesidad para su gestión responsable. Se deben entender mejor los complejos sistemas medioambientales y los impactos de las actividades humanas si se quiere que la sociedad se anticipe, mitigue y se adapte a los cambios medioambientales y a las circunstancias cambiantes.
- Es necesario reconocer que, sectorialmente y geográficamente, los problemas y desafíos relacionados con el agua no son independientes ni están aislados.
- Se requiere un reconocimiento claro de que el agua se desplaza dentro de unos límites naturales, que normalmente no se corresponden con las unidades administrativas organizadas por la sociedad.

## 8.3 El IICA ante el tema

El IICA promueve procesos y acciones sobre la gestión del recurso hídrico y responde a la

solicitud de Red Interamericana de Recursos Hídricos (RIRH) para facilitar la comunicación y la colaboración mutua de los grupos que están identificados con la meta de una adecuada gestión de los recursos hídricos en las Américas (IICA Uruguay 1999). El IICA es miembro del Consejo Asesor de la RIRH y en el proceso de esta etapa de apoyo se ha confirmado establecer una estrategia de gestión sostenible del agua a nivel interamericano.

Además, el IICA ha estado presente en reuniones de alto nivel, donde se han analizado los resultados de consultas regionales y se han establecido acciones para definir políticas integradas de gestión de recursos hídricos de las Américas.

Otro aporte importante ha sido el “Manifiesto de la Reunión sobre el Agua” (1997), en donde IICA recibe recomendaciones para continuar el análisis de los temas referentes al agua. Asimismo, el Instituto elaboró un documento de políticas donde se expone la estrategia institucional de “recursos del agua y el suelo para el desarrollo agrario y rural”.

Uno de los aspectos focales de la Dirección de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del IICA ha sido la gestión integrada de los recursos naturales para el desarrollo agrícola y rural, así como la promoción de buenas prácticas de gestión ambiental en los sectores agrícola y rural, en donde el recurso hídrico es valorado como prioritario y vital en el proceso agrícola y pecuario.

Para ello, se aplican sistemas de gestión de la calidad, como buenas prácticas agropecuarias (BPA) para evitar el derroche de este recurso y poder cumplir con el objetivo que se dio en el segundo Foro Mundial del agua en La Haya (2000), el cual estipula reducir a la mitad el número de personas sin acceso al agua potable para el 2015. En este sentido, se han definido planes para evitar el monopolio en el uso recurso y permitir el acceso al recurso como un derecho humano para todos y todas.

## Bibliografía

- Arrojo, P. s.f. La nueva cultura del agua y la sostenibilidad ante los retos que plantea el siglo XXI.
- Asbjorsen, HMS; Ashton, DJ; Palacios Vogt, S. 2004. *Effects of habitat fragmentation on buffering capacity of edge environments in a seasonally dry tropical oak forest in Oaxaca*. MX. Agric, Ecosyst. Environ (en prensa).
- CNMH (Comité Nacional de Meteorología e Hidrología). 2002. Capital hídrico y usos del agua. CR. 30 p.
- Collado, J. 1998. Uso eficiente del agua en cuencas. Ingeniería Hidráulica en MX 13(1):27-49.
- CONAPAS (Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario). 2005. Estrategia sectorial de agua potable y saneamiento en Nicaragua (2005-2015). Managua, NI. 164 p.
- Dao, H; Peduzzi, P. 2004. *Global evaluation of human risk and vulnerability to natural hazards*. Environinfo 1:435-446.
- Dardanelli, J. et al. 1992. Validación del balance hidrológico versátil para la rotación sorgo-soja bajo dos sistemas de labranza. Revista Agropecuaria del INTA.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2008. Informe anual sobre el recurso hídrico. Consultado 2008. Disponible en [http://www.fao.org/nr/water/index\\_es.html](http://www.fao.org/nr/water/index_es.html)
- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2008. Guía e información para el pago por servicios ambientales. Programa de Pago por Servicios por Servicios Ambientales (PPSA). San José, CR. 14 p.
- Houghton, RA. 1994. *The worldwide extent of land-use change: in the last few centuries, and particularly in the last several decades effects of land-use change have become global*. Bioscience 44(5):305-313.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2005. Programa de gestión integrada de recursos hídricos (SENARA-IICA). Informe principal. San José, CR. 41 p.
- \_\_\_\_\_. 2006. Proyecto de gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) en el marco del desarrollo de Yacambú-Quibor. Informe principal. Barquisimeto, VN. 142 p.
- Instituto de Junichi. 2005. Investigación sobre obras públicas (PWRI) de Tsukuba. Japón.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2001. Tercer informe de evaluación: cambio climático. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Ginebra, CH, OMN-PNUMA. 101 p.
- Löe, R; Kreutzwiser, R; Moraru, L. 2001. *Adaptation options for the near term: climate change and the Canadian water sector*. Global Environment Change 11:231-245.

- Martínez Tuna, M. 2002. Valoración económica del agua en la ciudad de Guatemala. FLACSO.
- Matthews, O; Brookshire, DS; Campana, ME. 2001. *The Economic Value of Water: Results of a Workshop in Caracas, Venezuela*. Albuquerque, Water Resources Program, Universidad de Nuevo México.
- Metha's. L. 2003. *Problems of Publicness and Access Rights: Perspectives from the Water Domain*, en Inge Kaul. Eds. Pedro Conceição, Katell Le Goulven y Ronald U. Mendoza (eds). *Providing Global Public Goods: Managing Globalization*. Oxford University Press.
- Moss, R; Journalista, E. s.f. Cómo implementar el cambio climático mundial (en línea). Consultado 21 nov. 2008. Disponible en <http://usinfostate.gov/journal/itgic/0605/iig/moss.htm>.
- Neil, W; Arnell, N; Tompkins, E. 2005. *Successful adaptation to climate change across scales*. *Global Environmental Change* 15:77-86.
- Palacios Vélez, E. 1994. ¿Por qué, cuánto y cómo regar? para lograr mejores cosechas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, MX.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2003. *User's guidebook for the adaptation policy framework*. Geneve, CH, Global Environmental Facility.
- \_\_\_\_\_. 2006. Informe anual: una alianza mundial para el desarrollo. Nueva York, US, ONU. 134 p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003. *Vital Water Graphics*.
- Rogers, P. et al. 1998 *Water as a Social and Economic Good: How to put the Principle into Practice*. Estocolmo, Asociación Mundial para el Agua, Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional.
- Savenije, HHG; Zaag, P van der. 2001. *Demand Management and Water and Economic Good: Paradigm with Pitfalls*. Delft, UNESCO (Serie Valor del Agua n.º 8).
- Southworth, J; Tucker, CJ. 2001. *The Influence of Accessibility, Local Institutions and Socioeconomic Factors on Forest Cover Change in the Mountains of Western Honduras*, *MT. Res. Dev.* 21(3):276-283.
- Tamayo, RL. 2000. Contaminación del agua. Disponible en <http://biblioteca.itesm.mx/cgi-bin/nav/salta?cual=www:8153>
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura); WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). 2003. Agua para todos, agua para la vida. Primer informe.
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). 2006. Agua, responsabilidad compartida. 2do. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. 554 p.
- \_\_\_\_\_. 2008. El agua en un mundo de cambio. 1 ed. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. 349 p.

### Anexo 1. Datos sobre salud y agua.

<b>Según la OMS 2008</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Más de 1500 millones de personas no tienen acceso a agua potable. Es decir, una de cada cinco personas en el mundo carece de a agua potable.</li><li>■ Unos 1700 millones de personas ingieren agua en condiciones inadecuadas.</li><li>■ Cerca de 2500 millones de personas carecen de acceso a tratamiento sanitario. Esta cifra supone una de cada tres personas del mundo.</li><li>■ De cada tres enfermedades del mundo, una es originada por problemas relacionados con la calidad del agua.</li><li>■ Cada año, más de cinco millones de personas mueren por enfermedades relacionadas con el agua.</li><li>■ La OMS estima que el 80 % de las enfermedades en el mundo están relacionadas con la calidad del agua.</li></ul>
<b>Según el Informe Mundial sobre Saneamiento de los Recursos Hídricos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ El tamaño promedio de las 100 ciudades más grandes del mundo aumentó de 0,2 millones en 1800 a 0,7 millones en 1900 y a 6,2 millones en el año 2000.</li><li>■ 16 ciudades se convirtieron en megalópolis (con 10 millones o más habitantes) en el 2000, lo cual congrega a un 4% de la población mundial.</li><li>■ En la actualidad, la mitad de la población mundial vive en núcleos urbanos, mientras que en el año 1900 menos del 15% vivía en dichas áreas.</li><li>■ En el 2000, más de 900 millones de habitantes de zonas urbanas (casi un tercio de la población urbana mundial) vivían en barrios marginales.</li><li>■ Para alcanzar el ODM relacionado con el agua potable y el saneamiento en el 2015, 961 millones de personas que viven en zonas urbanas deberán tener un acceso mejorado al abastecimiento de agua y 1000 millones de personas a un saneamiento mejorado.</li></ul>

**Anexo 2.** Datos sobre proporción de población urbana y disponibilidad de saneamiento del recurso hídrico.

<p>Proporción de la población que vive en zonas urbanas</p>	<p>En el mundo:          38% en 1975          47% en 2000          54% en 2015*          60% en 2030* (casi 5000 millones de personas)</p>	<p>- Regiones más desarrolladas :          70% en 1975          75,5% en 2000          78,5% en 2015*            - Regiones menos desarrolladas:          27% en 1975          40,5% en 2000          48,5% en 2015*</p>
<p>Suministro urbano de agua y saneamiento</p> <p>Proporción de viviendas conectadas al suministro de agua en grandes ciudades (dentro de la vivienda o en el patio)</p>	<p>En el mundo: 94%          - África: 43%          - Asia: 77%          - Europa: 92%          - ALC: 77%          - América del Norte: 100%          - Oceanía: 73%</p>	
<p>Tasa urbana de mortalidad infantil relacionada con saneamiento</p>	<p>En las zonas urbanas de países de bajos ingresos, uno de cada seis niños muere antes de cumplir cinco años.</p> <p>En zonas mal provistas de agua y sin buenas instalaciones sanitarias, la tasa de mortalidad infantil se multiplica por 10 o por 20 respecto de las zonas que cuentan con instalaciones apropiadas.</p>	

Fuente: WWAP 2008.



Unidad de Modernización Institucional  
Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento  
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

**Tel.:** (506) 2216-0222

**Fax:** (506) 2216-0233

**Correo postal:** 55-2200 San José, Vázquez de Coronado,  
San Isidro, 11101, Costa Rica

**Correo electrónico:** [iicahq@iica.int](mailto:iicahq@iica.int)

**Sitio web:** [www.iica.int](http://www.iica.int)