



**Perspectivas
del agua**

Que la crisis del agua se ahonde e intensifique o no, o que las tendencias clave se puedan detener o enderezar hacia el uso y desarrollo sostenibles de los recursos hídricos, depende de muchas tendencias que interactúan en un sistema complejo.

Nuestra Visión del agua en el siglo 21 es la expresión de un futuro deseable, basada en un estudio de perspectivas alternativas del agua. Las perspectivas alternativas posibles en este capítulo constituyen la base para la Visión que se explica en el capítulo siguiente. Después de una breve explicación de la orientación utilizada en el ejercicio de la Visión (escenarios y modelos), se analizan el uso del agua y la presión sobre la misma en 2025.¹ Dada la amplia gama de incertidumbres que afectan las perspectivas del agua, también hay una amplia gama de usos y presiones posibles. Esta gama ofrece el potencial para influir en los resultados por medio de acciones centradas en aspectos clave que pueden resultar ser los puntos cruciales.

Puntos cruciales en las perspectivas del agua

Expandir la agricultura de irrigación

- ¿Proseguirá la tasa de expansión de la agricultura de irrigación experimentada en décadas recientes, o avanzará más despacio, como parece indicarlo la disminución de inversiones en el sector?

Incrementar la productividad del agua

- ¿Pueden incrementarse de manera drástica a corto plazo las tasas de mejora en eficiencia en el uso de agua—o preferiblemente, la productividad del agua³—para disminuir la crisis de la misma? ¿Cómo puede estimularse la innovación tecnológica e institucional para mejorar dichas tasas?
- ¿Puede acelerarse la productividad del agua para agricultura de secano?
- ¿Enfatizarán las políticas la autosuficiencia nacional en alimentos o la seguridad mundial en alimentos (involucrando aspectos de gobierno y comercio)?

- Aspectos cruciales
 - Grandes preguntas para cada uno
 - Escenarios y modelos
-

Desarrollar biotecnología para la agricultura

- ¿Qué contribución hará la biotecnología a una mayor productividad del agua?
- ¿Conseguirán los cultivos genéticamente modificados aceptación pública en Europa y en países en vías de desarrollo?

Incrementar el almacenamiento

- ¿Puede incrementarse en forma drástica la recarga de acuíferos utilizados para irrigación para prevenir una crisis en agua subterránea, sin impactos ambientales importantes?
- ¿Habrá oposición pública creciente o decreciente a grandes presas en países en vías de desarrollo? ¿Se desarrollará el potencial en hidroenergía en Asia, África y América Latina a la tasa de las últimas décadas para satisfacer la demanda rápidamente en aumento de electricidad?
- ¿Cómo puede crearse un almacenamiento a costo asequible de agua con impactos ambientales y sociales aceptables?

Reformar las instituciones de gestión de recursos hídricos

- ¿Implementarán los gobiernos políticas para cobrar el costo total de servicios de agua? ¿Conseguirán las tendencias actuales hacia la descentralización y democratización transferir poder a las comunidades para que escojan su propio nivel de servicios hídricos?
- ¿Continuará la tendencia hacia transferir la gestión de sistemas de agua a usuarios de la misma, y se otorgará a estos usuarios derechos de uso estable de agua?
- ¿Pueden los gobiernos y el sector privado formar asociaciones reales públicas-privadas y desarrollar en gestión del agua un método orientado hacia el servicio, que rinda cuentas a los usuarios?
- ¿Estarán preparados los países para adoptar métodos comprensivos en gestión de la tierra y el agua?

Valorar las funciones ecosistémicas

- ¿Continuarán eliminándose humedales para dedicar las tierras a la agricultura y usos urbanos con las tasas actuales? ¿O puede detenerse o incluso revertirse esta tendencia? ¿Y recibirán los humedales suficiente agua de buena calidad para conservar su biodiversidad?

- ¿Conseguirán el saneamiento ambiental o seco alcanzar la esperada penetración y se llegará a adoptar a una escala amplia?

- ¿Habrá una demanda creciente de inversiones en recolección, tratamiento y eliminación de agua residual en economías emergentes en vías de rápido desarrollo? ¿Actualizarán sus sistemas las economías en transición?

Incrementar la cooperación en cuencas internacionales

- ¿Reconocerán los países que necesitan cooperar ante el incremento de la escasez en cuencas internacionales? ¿Llegarán a acuerdos obligatorios sobre cómo compartir los recursos de ríos que cruzan fronteras nacionales?

Apoyar la innovación

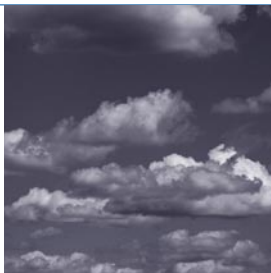
- ¿Incrementará el sector público los fondos para investigación para promover innovaciones en aspectos de bienes públicos del sector del agua, como valores y funciones ecosistémicos, biotecnología de cultivos de alimentos e instituciones de recursos hídricos? ¿Puede asociarse la innovación con el desarrollo eficaz de capacidad, educación y concienciación?
- ¿Desarrollará la ciencia, con la ayuda de tecnologías de información, métodos innovadores para mejorar los datos sobre recursos hídricos, métodos en tiempo real, predicciones de sequías estacionales y avisos a largo plazo de ciclones e inundaciones?

Escenarios y modelos

Como parte del ejercicio de la Visión Mundial del Agua, muchos grupos sectoriales y regionales estudiaron perspectivas alternativas del agua. A nivel mundial tres escenarios primordialmente cualitativos se generaron en las consultas a niveles sectorial y regional (Gallopin and Rijsberman 1999). Estos escenarios fueron el punto de partida para varias simulaciones basadas en modelos de componentes concretos del sistema de gestión de recursos hídricos.⁴ Las visiones sectorial y regional, los tres escenarios mundiales y los resultados de los ejercicios con modelos constituyen la base para las perspectivas del agua que se describen en este capítulo.

Los tres escenarios mundiales son:

- Seguir igual: continuar con las políticas actuales y extrapolación de tendencias.



Se proyecta que entre 2000 y 2025 la disponibilidad anual mundial promedio de recursos hídricos renovables disminuirá de 6.600 metros cúbicos a 4.800 metros cúbicos

- Tecnología, economía y sector privado: iniciativas del sector privado que conducen a investigación y desarrollo, y la globalización mueve el crecimiento económico, pero los países más pobres quedan rezagados.
- Valores y estilos de vida: desarrollo sostenible, con énfasis en investigación y desarrollo en los países más pobres.⁵

Estos tres escenarios no son las únicas perspectivas posibles del agua, y los grupos regionales y sectoriales de la Visión elaboraron otros escenarios que son igualmente válidos. Muchos grupos y organizaciones que no participaron en el ejercicio de la Visión también han elaborado escenarios de perspectivas posibles o deseables del agua. No estamos proponiendo ninguno de los tres escenarios mundiales como la perspectiva más deseable. En su lugar, analizamos dimensiones de perspectivas alternativas. El Capítulo 4 propone una Visión.

El método se centró en elaborar escenarios cualitativos para permitir la incorporación de los muchos factores sociales, económicos, ambientales y culturales que moldean el futuro del agua pero que no se pueden incluir en modelos cuantitativos. La elaboración y análisis de escenarios cualitativos proporcionó una plataforma para la consulta entre varios grupos interesados con antecedentes y perspectivas diferentes. Los modelos se utilizaban luego para analizar la coherencia y consistencia de los escenarios cualitativos, estudiar algunas de las consecuencias, y llenar algunos de los vacíos. Los escenarios se fueron elaborando en cuatro series de desarrollo, análisis, retroalimentación y subsiguiente mejora, con interacciones entre quienes elaboraban escenarios, quienes aplicaban los modelos, los que los revisaban y los grupos que trabajaban en visiones para sectores y regiones.

Los factores principales que afectan los escenarios mundiales del agua son el crecimiento de la población, el crecimiento económico, el cambio demográfico, el cambio tecnológico, las tendencias sociales y la calidad ambiental (Gallopín and Rijsberman 1999). La calidad ambiental no es una fuerza motora en el mismo sentido que las demás, porque también es una respuesta directa a las mismas. Pero se incluye en este caso como una tendencia importante que debe monitorearse de cerca.

Influyen en la utilización del agua las tendencias en los impulsores, pero la utilización y el desarrollo del agua son, o pueden ser, si se gestionan bien, un impulsor por derecho propio, con un impacto importante en el crecimiento económico, las tendencias sociales y la calidad ambiental. El reconocimiento

de este amplio marco integrado es crucial para lograr una seguridad económica, social y ambiental óptima por medio de la gestión integrada de recursos hídricos (anexo cuadro 3.1).

Los escenarios describen el desenvolvimiento de un argumento lógico, coherente y consistente de tendencias conexas, pero estas tendencias no se pueden simplemente extrapolar. Los escenarios muestran cómo algunas tendencias, si se sigue la lógica interna del escenario, cederían o se romperían y cómo ciertas acciones o políticas, de implementarse, podrían influir en estas y otras tendencias. Los escenarios y simulaciones no se describen en detalle en este informe sino en el volumen que lo complementa (Rijsberman 2000); algunos de los resultados clave se analizan luego.

Proyección de la utilización del agua y del estrés de la misma en 2025

Debido al crecimiento de la población, se proyecta que entre 2000 y 2025 la disponibilidad mundial anual promedio per cápita de recursos hídricos renovables disminuirá de 6.600 metros cúbicos a 4.800.⁶ Dada la distribución desigual de estos recursos, sin embargo, resulta mucho más informativo decir que unos 3 mil millones de mujeres y hombres vivirán en países, total o parcialmente áridos o semiáridos, que disponen de menos de 1.700 metros cúbicos per cápita, cantidad por debajo de la cual se sufre de estrés de agua (recuadro 3.1).

Las simulaciones del modelo WaterGAP a partir del escenario 'todo igual' indican que, para 2025, cerca de 4 mil millones de personas, la mitad de la población mundial, vivirá en países donde más del 40% de los recursos renovables se extraen para usos humanos. Este es otro indicador de elevado estrés de agua bajo la mayor parte de las condiciones.

El cuadro 3.1 presenta dos proyecciones divergentes de utilización de agua para 2025. La proyección de Shiklomanov (1999) se basa en la hipótesis de que las tendencias actuales se pueden extrapolar, que se construirán embalses como en el pasado y que el área irrigada del mundo se expandirá en un 30% desde 1995 hasta 2025. Las proyecciones de Alcamo y otros (1999), mediante un análisis que utiliza WaterGAP 2.0 del escenario 'todo igual' de la Visión Mundial del Agua, presupone una expansión limitada de área irrigada, que, junto con una eficiencia de utilización de agua que se incrementa con rapidez, conduce a un uso agrícola menor pero a un incremento rápido en uso municipal e industrial vinculado a un ingreso y población en aumento (anexo cuadro 3.2). La dife-

- ¿Irrigación en expansión?
- ¿O irrigación estable?

Recuadro 3.1 Valoración del estrés del agua

A diferencia del concepto más tradicional de escasez de agua que se centra sólo en la cantidad, el estrés del agua denota haber alcanzado los límites tanto de la cantidad como de la calidad del agua. No existe una medida universalmente adoptada de estrés del agua, pero quizá la que más se utiliza es el indicador Falkenmark: recursos hídricos renovables anuales per cápita, a menudo a escala nacional. El estrés del agua comienza cuando se dispone de menos de 1.700 metros cúbicos anuales por persona para todas las funciones principales, domésticas, industriales, agrícolas y ecosistemas naturales, y llega a ser grave cuando es menor de 1.000 metros cúbicos anuales por persona. Pero el indicador Falkenmark no toma en cuenta la variabilidad temporal en disponibilidad de agua ni su uso real. Su ventaja es que los datos están ampliamente disponibles.

Un indicador que sí toma en cuenta el uso (estimado) es la razón de criticidad de las extracciones para uso humano respecto a recursos renovables. Esta razón se utiliza para la Valoración Comprensiva de Agua Dulce de las Naciones Unidas y en el modelo WaterGAP en este Informe. El valor de la razón de criticidad que muestra un elevado estrés de agua se basa en el juicio y experiencia de expertos. Oscila entre 20% en el caso de cuencas con derrames altamente variables y 60% para cuencas en zonas templadas. Este informe utiliza un umbral de 40% para indicar “elevado estrés de agua”. La ventaja del indicador radica en que es fácil de entender y en que se basa tanto en los recursos hídricos como en su utilización.

La desventaja de la razón de criticidad es que las extracciones no son la mejor estimación de uso. Algunos usos no son consuntivos y permiten un nuevo uso, en tanto que otros consumen una parte más pequeña o mayor del agua extraída. Esta razón tampoco toma en cuenta la infraestructura disponible de agua ni la capacidad de gestión del agua. Por ejemplo, la razón muestra que Bélgica y los Países Bajos presentan un estrés muy elevado de agua. Esto no quiere decir que estos países enfrenten escasez grave de agua para los usos

humanos que han proyectado. Quiere decir más bien que se utiliza una gran parte de sus recursos hídricos, es decir, se han desarrollado. En tales casos los ecosistemas naturales sufren un elevado estrés de agua porque una parte tan grande de los recursos se dedican a usos humanos.

Un indicador más preciso (pero mucho más difícil de estimar) es el *factor de uso actual de la cuenca*. Relaciona el uso consuntivo total con el suministro primario de agua. Cuando este factor es bajo, digamos 30%, se podría ahorrar agua para dedicarla a un uso más consuntivo. Cuando este factor ronda el 70% es difícil y a menudo poco deseable consumir más agua. Ahorrar agua e incrementar el factor de uso consuntivo requieren inversiones y gestión.

El *factor de uso potencial de la cuenca* relaciona el uso consuntivo total con el suministro utilizable de agua. La distinción entre los recursos renovables en una cuenca y el suministro primario de agua permite distinguir entre escasez física y económica del agua.

- *Escasez física de agua* significa que incluso con la mayor eficiencia y productividad factibles en cuanto a uso del agua, los países no dispondrán de recursos hídricos suficientes para satisfacer sus necesidades agrícolas, domésticas, industriales y ambientales. Las únicas opciones que tienen son invertir en plantas costosas de desalinización o disminuir el uso de agua en agricultura, para transferirla a otros sectores, e importar más alimentos.
- *Escasez económica de agua* significa que los países tienen suficientes recursos hídricos para satisfacer sus necesidades pero que tendrán que aumentar sus provisiones de agua por medio de almacenamiento adicional, transporte y sistemas de regulación en un 25% o más para satisfacer sus necesidades en 2025. Estos países enfrentan graves problemas financieros y de capacidad para satisfacer sus necesidades de agua.

Fuente: Alcamo y otros 1999, IWMI 2000.

rencia clave entre estas dos proyecciones, o sea, la cantidad de incremento en tierra irrigada, es el primer punto crucial que se analiza más en detalle en este mismo capítulo.

Aunque la utilización del agua se incrementa significativamente en ambas proyecciones. Ninguno de los escenarios se basa en satisfacer las necesidades básicas de agua y las conexas del mundo, en especial para producción de alimentos y uso doméstico. Más adelante en este capítulo se analizan perspectivas alternativas que satisfacen estas necesidades.

En partes más desarrolladas del mundo, es decir en países con ingresos por encima de la media y de ingresos elevados, el crecimiento económico para 2025 tiende a incrementar el uso del agua.

Pero este incremento se contrarresta con una utilización más eficiente de la misma y con la saturación de demanda de agua

en la industria y para hogares. Además, se estabiliza la cantidad para tierra irrigada, y se utiliza con más eficiencia el agua para irrigación. Como resultado, disminuyen las extracciones totales de agua.

Por el contrario, los ingresos más elevados en países en vías de desarrollo conducen a un uso doméstico mayor de agua per cápita, multiplicado por una cantidad mayor de personas. Entre tanto, el crecimiento económico expande la demanda de electricidad y la producción industrial, lo cual conduce a un mayor incremento en las extracciones de agua para la industria. Aunque se utiliza el agua de manera más eficiente en hogares e industrias, las presiones para incrementar el uso del agua prevalecen sobre estas mejoras en eficiencia.

El resultado es un gran incremento en extracciones de agua en los sectores doméstico e industrial del mundo en vías de desarrollo, en respuesta a una población e industrialización

La tasa de expansión de tierra irrigada es el determinante más importante del estrés de agua, por lo menos del estrés relacionado con la cantidad

crecientes, y un mayor consumo debido a ingresos más elevados. En el escenario 'todo igual' de la Visión

Mundial del Agua según Alcamo y otros (1999), el incremento en tierra irrigada no va a la par de la demanda creciente de alimentos. Esto significa que la cantidad extraída para irrigación disminuye (debido a mejoras en la eficiencia). Incluso así, la agricultura sigue siendo la principal usuaria de agua dulce del mundo, ya que efectúa más de la mitad de las extracciones totales. Las proyecciones de Shiklomanov, que presuponen fuertes crecimientos en irrigación, muestran un gran aumento en agua para agricultura. Para que se hagan realidad las proyecciones de Shiklomanov, tendrán que continuar a ritmo acelerado la construcción de presas y la extracción de aguas subterráneas.

La suma de tendencias en todos los sectores indica que habrá un crecimiento neto significativo en extracciones de agua en países en vías de desarrollo entre 1995 y 2025. Sumando todas las tendencias en países desarrollados y en vías de desarrollo dentro del escenario 'todo igual', se llega a un aumento en extracciones de agua en el mundo de 3.800 kilómetros cúbicos en 1995 a 4.300-5.200 kilómetros cúbicos en 2025 (ver cuadro 3.1). La diferencia depende en gran parte de en cuánto se expande o no la agricultura de irrigación.

Debido al incremento en extracciones de agua, la presión sobre los recursos humanos aumentará de manera significativa en más de un 60% del mundo (Alcamo y otros 1999), incluyendo grandes zonas de África, Asia y América Latina. ¿Conducirá esto a crisis de agua más frecuentes? Eso depende de cuánta agua esté disponible en relación con las extracciones, y de la capacidad de los países de enfrentar la presión creciente sobre los recursos hídricos. Es decir, depende de si los países se enfrenten a escasez física o económica de agua, y de si disponen de los recursos para superar la escasez económica de agua (ver recuadro 3.1).

El efecto de un elevado estrés de agua diferirá en países diferentes. En países desarrollados a menudo se trata el agua antes de enviarla a usuarios río abajo, y la industria recicla su abastecimiento de agua con bastante intensidad. Por estas y otras razones los países desarrollados pueden usar en forma intensiva los recursos hídricos (como lo indica una razón de criticidad superior al 40%) sin consecuencias negativas importantes.

La mayor parte de los países en vías de desarrollo, por el contrario, no tratan el agua residual, y sus industrias no reciclan

Cuadro 3.1 Dos proyecciones divergentes del uso de recursos hídricos renovables en el caso de 'todo igual'

Las proyecciones bajo el escenario 'todo igual' muestran que la divergencia aumenta en el uso del agua, incluso sin asegurarse de que se satisfaga toda la demanda, y que la incertidumbre mayor radica en si se sigue expandiendo o no la irrigación.

Kilómetros cúbicos				
Uso	1950	1995	Irrigación expandida 2025 ^a	Irrigación estable 2025 ^b
Agricultura				
Extracción	1.100	2.500	3.200	2.300
Consumo	700	1.750	2.250	1.700
Industria				
Extracción	200	750	1.200	900
Consumo	20	80	170	120
Municipalidades				
Extracción	90	350	600	900
Consumo	15	50	75	100
Embalses (evaporación)	10	200	270	200 ^c
Total :				
Extracción	1.400	3.800	5.200	4.300
Consumo	750	2.100	2.800	2.100

Nota: Todas las cantidades están redondeadas.

a. Proyección de Shiklomanov.

b. Escenario 'todo igual' de la Visión Mundial del Agua, proyecciones de Alcamo.

c. Alcamo y otros no calculan la evaporación en embalses, pero como el escenario 'todo igual' que desarrolló la Visión Mundial del Agua presupone que se construirán relativamente pocos embalses nuevos, se utiliza la estimación de 1995 de Shiklomanov para obtener cifras comparables de uso total.

Fuente: Shiklomanov 1999, Alcamo y otros 1999.

en forma intensiva sus suministros de agua. Por ello, el uso intensivo proyectado de agua en este caso conducirá al rápido deterioro de la calidad del agua para los usuarios río abajo, y a emergencias frecuentes y persistentes de agua.

Expandir la agricultura de irrigación

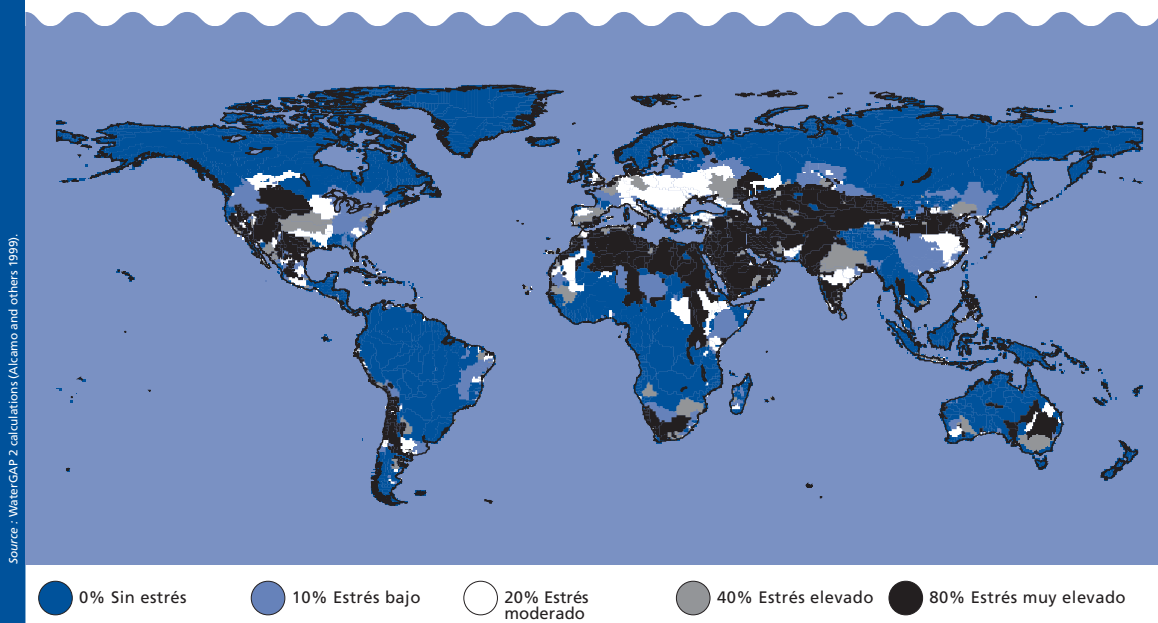
La tasa de expansión de tierra irrigada es el determinante más importante de estrés de agua, por lo menos el estrés relacionado con cantidad. Hay dos puntos de vista contrastantes sobre cómo la tendencia de expansión de agricultura de irrigación continuará o cederá, y hay una cantidad importante de grupos interesados en favor de cada una de dichas posiciones.

Mundos del agua

Estrés de agua

1. Estrés de agua en 2025 bajo el escenario 'todo igual'

Bajo el escenario 'todo igual', para 2025 cerca de 4 mil millones de personas, la mitad de la población mundial, vivirá en países con elevado estrés de agua.

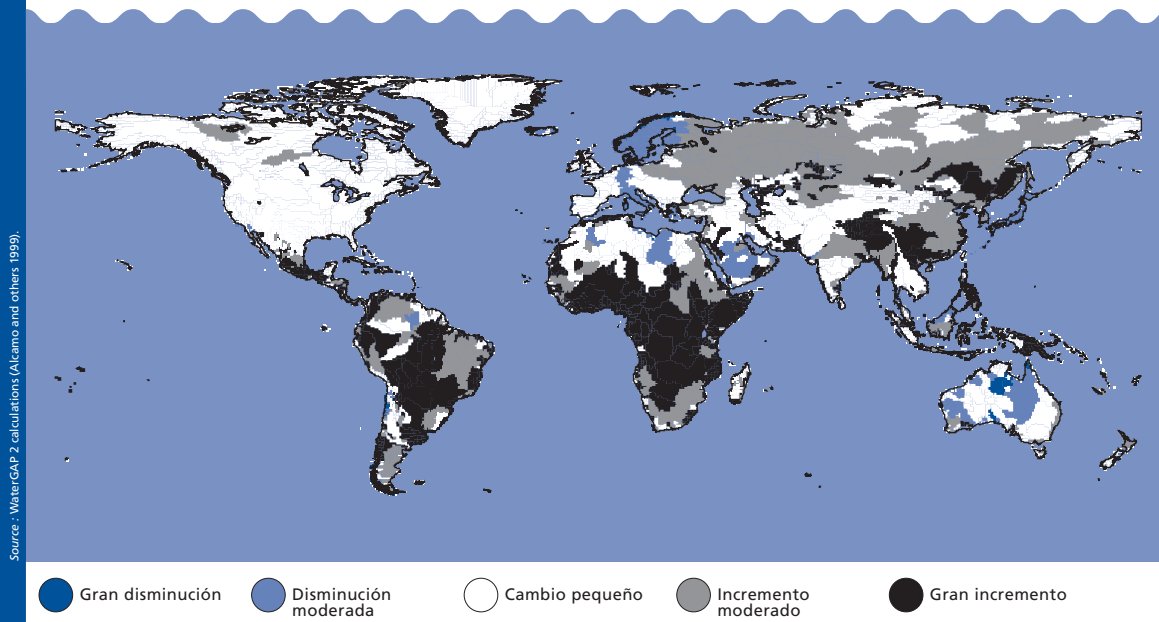


La razón de extracciones para uso humano respecto a recursos renovables totales (razón de criticidad) implica que el estrés de agua depende de la variabilidad de los recursos. Va desde 20% para cuencas con derrames sumamente variables a 60% para cuencas de zonas templadas. En este caso utilizamos un valor general de 40% para indicar estrés elevado de agua.

Debido al incremento en extracciones de agua, aumentará en forma significativa la presión sobre los recursos hídricos en grandes zonas de África, Asia y América Latina

2 Cambio en el estrés de agua desde 1995 a 2025 bajo el escenario 'todo igual'

Muchos de los países en vías de desarrollo de hoy experimentarán creciente presión sobre los recursos hídricos.



Las extracciones, sin embargo, no constituyen la mejor estimación de utilización. Un indicador más preciso (pero mucho más difícil de estimar) es la razón de consumo respecto al total de hecho disponible. Cuando es baja, digamos 30%, se consumiría más agua. Cuando es elevada, digamos 70%, es difícil y no deseable consumir más.

Mundos del agua

Tendencias del agua

1 África Subsahariana: Otros 175 millones de personas en zonas con elevado estrés de agua

Source: WaterGAP 2 calculations (Alcamo and others 1999)

Bajo el escenario 'todo igual', las extracciones de agua para fines domésticos en África Subsahariana aumentan de unos 10 kilómetros cúbicos en 1995 a 42 en 2025. ¿Por qué? Porque el incremento en ingresos lleva a una utilización más elevada de agua per cápita, aunque la tecnología tiende a hacer más eficiente la utilización del agua.

En África Occidental en 2025 la utilización doméstica de agua es de 34 metros cúbicos por persona, 2.1 veces más que su valor en 1995 pero por debajo de los 105 metros cúbicos por persona por año de Europa Occidental. La utilización industrial de agua también aumenta, de unos 3 a 16 kilómetros cúbicos anuales entre 1995 y 2025.

Debido a abundantes precipitaciones, es probable que haya suficiente agua para cubrir el incremento en utilización doméstica e industrial de la misma. Por ello, la pregunta es si se pueden expandir los sistemas de distribución con la suficiente rapidez para satisfacer las necesidades de una población e industria crecientes. Para cubrir el aumento en extracciones de agua, la capacidad hídrica municipal debe expandirse en un 5.5% anual y la capacidad industrial en un 2.1% anual.



2 Asia Suroriental y Oriental: Otros 1.3 mil millones de personas en zonas con elevado estrés de agua

Source: WaterGAP 2 calculations (Alcamo and others 1999)

En Asia Meridional y Oriental el área irrigada bajo el escenario 'todo igual' crece sólo un poco entre 1995 y 2025, en tanto que mejora la eficiencia de la irrigación. El efecto es una disminución en agua utilizada para irrigación de 1.359 a 1.266 kilómetros cúbicos anuales. Al mismo tiempo, un vigoroso crecimiento económico lleva a más posesiones materiales y a una utilización mayor de parte de los hogares, incrementando las extracciones de agua para uso doméstico de 114 a 471 kilómetros cúbicos anuales. Este crecimiento económico también requiere mayores cantidades de agua para la industria asiática, pasando de 153 a 262 kilómetros cúbicos anuales.

La suma de estas tendencias indica un incremento total en extracciones de agua entre 1995 y 2025. Así pues, la presión sobre los recursos hídricos será todavía mayor que la experimentada en 1995, cuando unos 6.5 millones de kilómetros cuadrados de área de cuencas fluviales estuvieron bajo un elevado estrés de agua. Esa área aumenta a 7.9 millones de kilómetros cuadrados en 2025. La cantidad de personas que viven en esas zonas también crece enormemente, de 1.1 mil millones a 2.4.

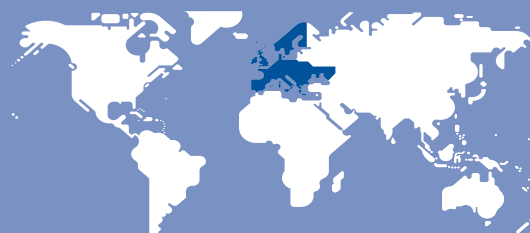


3 Europa Occidental: Menos extracciones y mayor eficiencia, pero poco cambio en estrés de agua

Source: WaterGAP 2 calculations (Alcamo and others 1999)

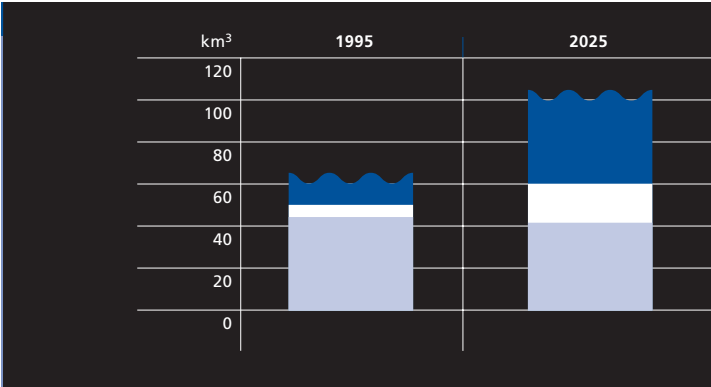
Las extracciones de agua en Europa Occidental aumentan lentamente o no aumentan nada al volverse más eficientes en cuanto a agua los hogares, la industria y la agricultura. La utilización per cápita de agua en hogares aumenta algo entre 1995 y 2025 con el crecimiento económico en el escenario 'todo igual', pero la cantidad de agua utilizada por la industria por megawatio-hora disminuye debido a más reciclaje y otras mejoras en la eficiencia. Se estabiliza el área irrigada, y la nueva tecnología aumenta la eficiencia de los sistemas de irrigación de modo que también disminuye la cantidad de agua utilizada por hectárea.

Aunque disminuyen las extracciones de agua, la presión sobre los recursos hídricos sigue siendo elevada en algunas áreas debido a la densidad de la población y a la actividad industrial. Así, algunas cuencas fluviales continúan en la categoría de estrés elevado con una marcada competencia entre usuarios industriales, domésticos y algunos agrícolas.

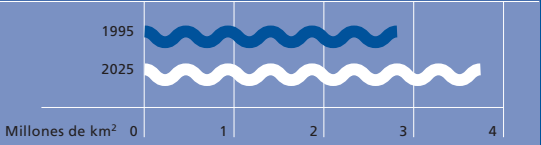


Para 2025 la mitad de la población del mundo vivirá en países con elevado estrés de agua

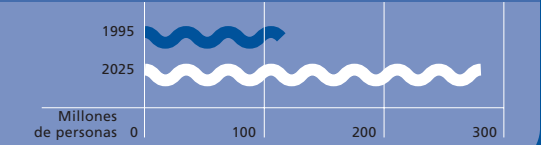
Extracciones de agua, escenario 'todo igual'



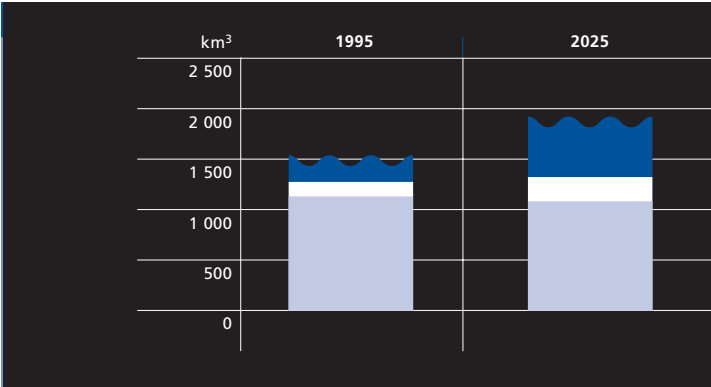
Zonas con elevado estrés sobre recursos hídricos



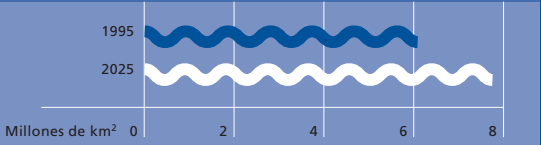
Población que vive en zonas con elevado estrés de agua



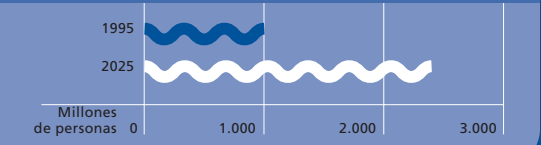
Extracciones de agua, escenario 'todo igual'



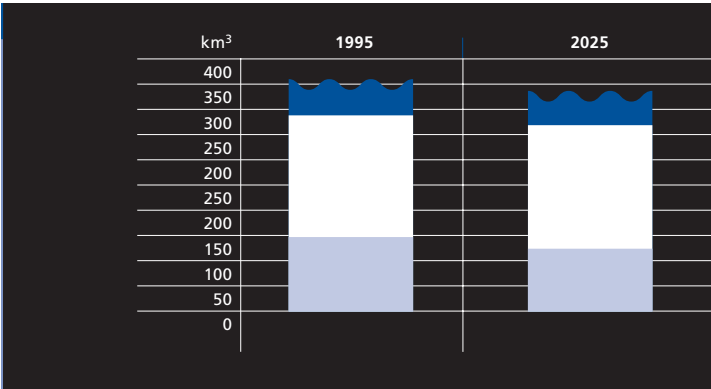
Zonas con elevado estrés sobre recursos hídricos



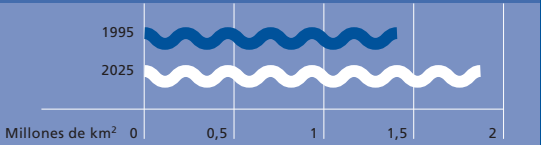
Población que vive en zonas con elevado estrés de agua



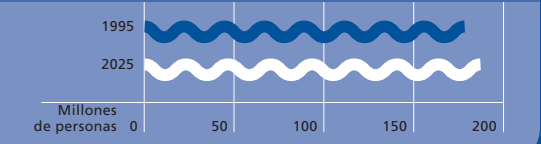
Extracciones de agua, escenario 'todo igual'



Zonas con elevado estrés sobre recursos hídricos



Población que vive en zonas con elevado estrés de agua



Uso

- Agricultura
- Industria
- Doméstico

- **Más cosecha por gota**
- **Más almacenamiento**

La posición convencional en agricultura es que, a partir de la necesidad de producir alimentos para un mundo en crecimiento, la agricultura de irrigación tendrá que seguir a la par, y por tanto expandir su área cultivada en un 30% para 2025. Esta posición, que tiene el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y de la Comisión Internacional de Irrigación y Drenaje (ICIOD en inglés), también se refleja en las proyecciones de Shiklomanov (1999) y en la primera proyección del International Water Management Institute (IWMI) (Seckler y otros 1998). La conclusión de estos análisis, bajo hipótesis optimistas sobre mejoras en el rendimiento y eficiencia, es que el uso de agua para agricultura tendrá que crecer en por lo menos un 17% a partir de 1995.

La otra perspectiva, que apoyan ambientalistas y una serie de partes interesadas en el campo de la agricultura, sostiene que una disminución en la construcción de presas y en inversiones en irrigación, junto con las consecuencias de capas de agua subterránea más bajas, limitarán la expansión en área irrigada a 5–10%. Las consecuencias de semejante escenario se analizaron dentro del escenario ‘todo igual’ de la Visión (Rosegrant and Ringler 1999; Alcamo and others 1999; IWMI 2000).

Ambos escenarios resultan convincentes. Los datos de largo plazo de FAO sobre el incremento en área irrigada no muestran un claro descenso con excepción de los países de la OCDE. Pero la disminución en inversiones agrícolas es un claro indicio de que es probable que también disminuya la expansión en área. Según Rosegrant and Ringler (1999), el aumento en área mundial irrigada disminuyó de 2.2% anual en 1967–82 a 1.5% en 1982–93.

El análisis de ambas alternativas muestra que ninguna de ellas resulta atractiva:

- **Alternativa no atractiva 1.** El incremento en 30% en área irrigada requiere inversiones importantes en infraestructura hídrica, un parte considerable de las cuales tendrían que ser en grandes presas. También habría escaseces graves de agua y riesgos graves de daños importantes en ecosistemas (Shiklomanov 1999; Seckler and others 1998).
- **Alternativa no atractiva 2.** Una fuerte disminución en expansión de la irrigación, bajo políticas por lo demás no modificadas, o ‘todo igual’, que preparó el Grupo de Desarrollo de Escenarios (Alcamo and others 1999; Rosegrant and Ringler 1999; IWMI 2000), producirá escaseces considerables de alimentos y aumento en los precios de los mismos.

Ambas alternativas, no atractivas e insostenibles, ahondarían en forma considerable la crisis actual de agua. Por ello existen motivos más que suficientes para implementar políticas que hagan más sostenibles la producción de alimentos y la gestión de recursos hídricos.

Incrementar la productividad del agua

En la raíz de la pregunta sobre si se puede o no evitar la crisis de agua está la de si se puede hacer más productiva al agua. Cuanto más produzcamos con la misma cantidad de agua, menor será la necesidad de construir infraestructura, menor la competencia por agua, mayor la seguridad local de alimentos y habrá más agua para usos agrícolas, domésticos e industriales. Y más permanecerá en la naturaleza.

El IWMI (2000) concluye que la gestión del agua y la producción de alimentos ambos sostenibles son posibles pero requieren dos mejoras sustanciales en tecnología y gestión de recursos hídricos e irrigación:

- **Mayor productividad del agua: más cosecha por gota.** La productividad del uso del agua debe mejorarse en forma drástica. El escenario básico del IWMI depende de satisfacer cerca de la mitad del aumento de la demanda de agua en 2025 mediante el incremento de la productividad de la misma, aprovechando muchas oportunidades para mejorar su gestión. La primera tarea es entender dónde se dan dichas oportunidades. El reciclaje, aunque muy prevalente, sigue teniendo el potencial de ahorrar agua. También se puede lograr más con la provisión de abastecimientos más confiables, por medio de tecnología de precisión y de sistemas de retroalimentación.⁷ La irrigación suplementaria con tecnología de precisión de bajo costo ofrece un medio para que los agricultores pobres produzcan más. Con la competencia cada vez mayor por agua, estas soluciones requerirán cambios importantes en las instituciones responsables por la gestión del agua.
- **Más almacenamiento: desarrollar recursos adicionales.** La otra mitad de la mayor demanda debe satisfacerse mediante el desarrollo de abastecimientos adicionales de agua, pero a unos costos económicos, sociales y ambientales mucho menores (IWMI 2000). El IWMI calcula que el almacenamiento y transporte adicionales que se requieren para 2025 es de unos 400 kilómetros cúbicos anuales sólo para expandir la agricultura de irrigación. Semejante expansión la comunidad de la irrigación la

Incrementar la productividad del agua es fundamental para producir alimentos, luchar contra la pobreza y disminuir la competencia por el agua, y para garantizar que sea suficiente para la naturaleza

pueda considerar como moderada, pero no es probable que la vean con buenos ojos otros usuarios. Alimentar al mundo sin esta expansión, sin embargo, requiere una estrategia que enfatiza más otras formas de incrementar la producción de alimentos, como intensificar la producción en secano y mejorar la gestión del agua en áreas agrícolas existentes. Unos 200 kilómetros cúbicos más podrían necesitarse para reemplazar el exceso actual de consumo no sostenible de aguas subterráneas (Postel 1999). Por razones financieras, ambientales y otras, una gran parte de las necesidades de almacenamiento adicional deberían satisfacerse con una combinación de recarga de aguas subterráneas y de nivel menores en acuíferos, con desarrollo de métodos alternativos para almacenar agua en humedales, de recolección de agua pluvial y con más dependencia de tecnologías tradicionales como tanques y otras alternativas en pequeña escala, más que en sólo construir estructuras a gran escala para almacenamiento de superficie.

El aumento de la productividad del agua es fundamental para producir alimentos, combatir la pobreza, disminuir la competencia por el agua, y asegurar que sea suficiente para la naturaleza. El logro de la mayor productividad que se requiere para resolver la crisis de agua no se conseguirá de manera automática; requerirá un gran esfuerzo. Pero es posible, en especial en países en vías de desarrollo, donde la productividad del agua está muy por debajo de su potencial. Para los cereales, por ejemplo, el ámbito en productividad del agua, en biomasa producida por metro cúbico de evapotranspiración, está entre 0.2 y 0.5 kilogramos por metro cúbico. Como norma práctica, ese valor debería ser de más o menos 1 kilogramo por metro cúbico (IWMI 2000). Si la demanda de cereales en un país aumenta en un 50% para 2025, una forma de satisfacer dicho aumento es incrementar la productividad del agua en un 50%.

Para resolver este reto se requerirá un esfuerzo mucho mayor y cambios significativos en cómo se gestiona el agua. Los mayores incrementos en productividad del agua se han debido a mejores variedades de plantas y prácticas agrícolas. Producir más cosecha por gota se consiguió con la introducción de variedades de cultivos de corta duración y elevado rendimiento. Con el empleo de fertilizantes también se incrementa el rendimiento y la productividad del agua. Esto fue la base de la revolución verde.

Con un suministro estable de agua por medio de la irrigación, la productividad agrícola ha crecido en forma dramática en los

últimos 50 años. Pero sigue habiendo espacio para mejorar. En muchas zonas no se ha logrado la productividad potencial, en gran parte debido a una deficiente gestión del agua para irrigación. Sin un suministro estable de agua para irrigación, los agricultores no pueden alcanzar su potencial de producción.

Por ejemplo, las cosechas de trigo y la productividad del agua varían mucho en tres lugares con ambientes bastante parecidos (gráfico 3.1). En un ambiente desértico, el sistema de irrigación de Bakhra en India, al otro lado de la frontera con el Punjab paquistaní, ha hecho de la región el granero de India. El Valle Imperial en California también tiene un ambiente desértico. Dentro del Punjab paquistaní, las cosechas varían mucho, con algunos agricultores tan productivos como los de California, y otros por debajo del promedio. Aunque la producción depende de condiciones ambientales, de mercado, suelos y otras que no son iguales en todas partes, parece que hay margen para gestionar los recursos para lograr una mayor productividad.

En países de la OCDE la productividad del agua industrial ha aumentado en forma rápida en los últimos 20 años, en respuesta a precios más elevados y a estándares ambientales más estrictos para las aguas residuales industriales. Con el esperado incremento en el costo de proveer agua a la industria, si a los usuarios se les cobra el precio del costo total, esta tendencia podría acelerarse.

¿Cómo se puede mejorar la productividad en la agricultura, la mayor usuaria de agua? Una condición previa es que en todas partes se introduzcan las mismas condiciones: pago por los servicios hídricos, rendición de cuentas de los gestores ante los usuarios y competencia entre abastecedores privados y públicos. Entonces hay una gama de opciones tecnológicas y de gestión para mejorar la productividad. Primero, por medio de mejores prácticas agronómicas (IWMI 2000):

- **Mejora en las variedades de cultivos.** La reproducción de plantas desempeña un papel importante en el desarrollo de variedades que producen más masa por unidad de agua consumida por transpiración. Por ejemplo, al acortar el período de crecimiento conservando el mismo rendimiento, se incrementa la producción por unidad de evapotranspiración. Esto incluye contribuciones de parte de la biotecnología.
- **Sustitución de cultivos.** Cambiar de un cultivo que consume más agua a otro que consume menos o pasar a un

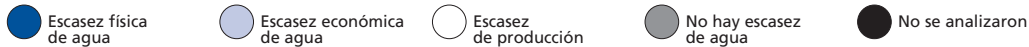
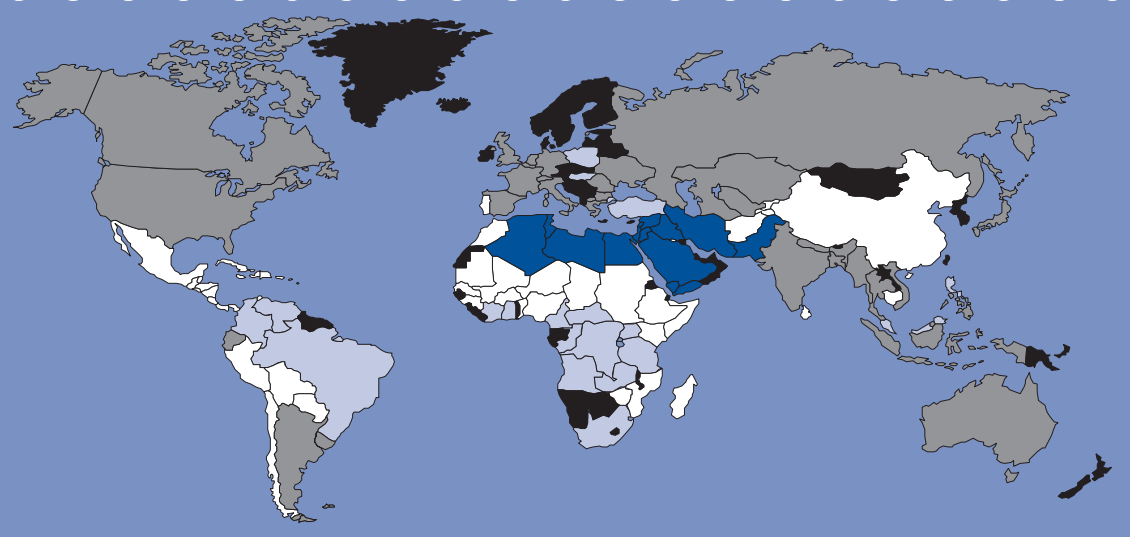
Mundos del agua

Escasez de agua

1 Escenario 'todo igual', 2025

Inversiones limitadas en nueva infraestructura hídrica disminuye la expansión de la irrigación y previene la escasez de agua, pero la consecuencia es escasez de alimentos.

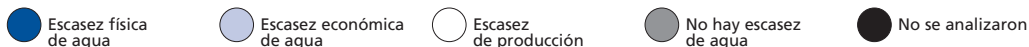
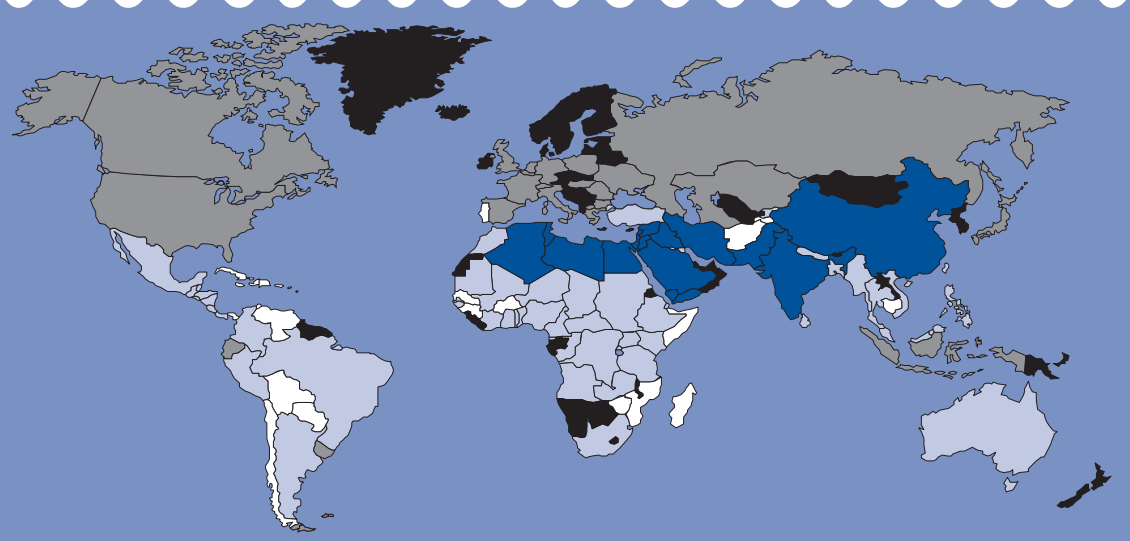
Source: PODUM calculation (WMI 2000), International Water Management Institute www.iwmi.org



2 Escenario 'tecnología, economía y sector privado', 2025

Énfasis en tecnología e inversiones lo cual incrementa el suministro primario de agua en 24%. China e India sufren escasez de agua debido a la expansión en la irrigación. Muchos países enfrentan escasez de agua.

Source: PODUM calculation (WMI 2000), International Water Management Institute www.iwmi.org

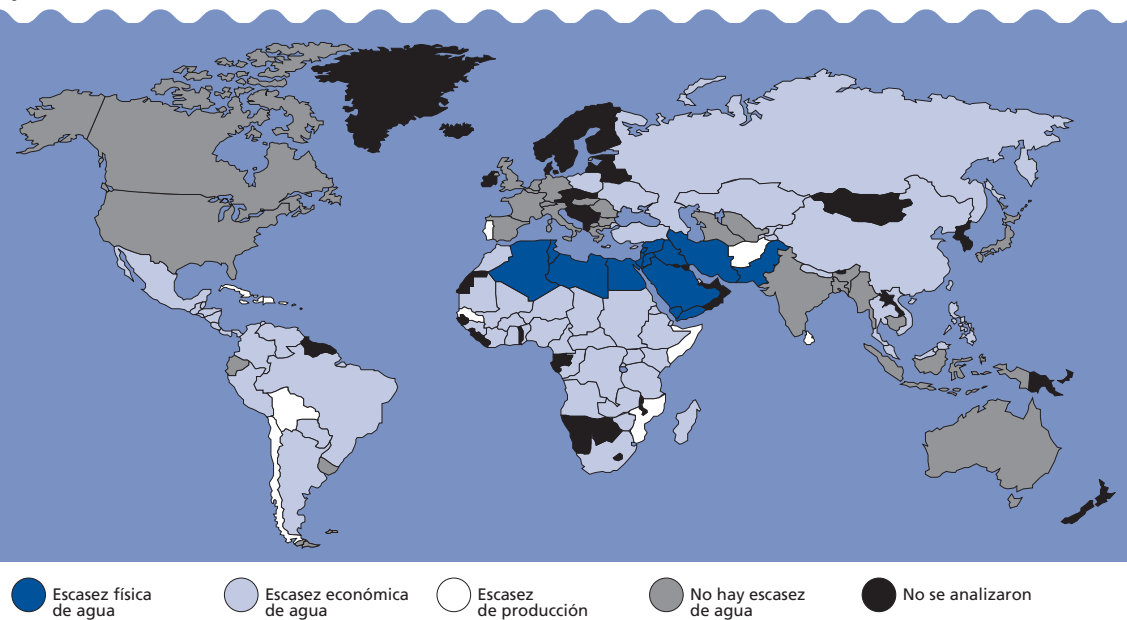


La capacidad de un país para hacerle frente a una creciente presión sobre los recursos hídricos depende de si se enfrenta o no a escasez física o económica de agua

3 Escenario 'valores y estilos de vida', 2025

El desarrollo se centra en países con bajos ingresos que enfrentan escasez económica de agua. La escasez de agua y alimentos es limitada.

Source: PODUM calculation (WMI 2000). International Water Management Institute. www.iwmi.org



- 'Todo igual' — continuación de las políticas actuales y extrapolación de tendencias
- 'Tecnología, economía y sector privado' — iniciativas del sector privado conducen a investigación y desarrollo, y la globalización impulsa el crecimiento económico, pero los países más pobres quedan rezagados.
- 'Valores y estilos de vida' — desarrollo sostenible, con énfasis en investigación y desarrollo en los países más pobres.

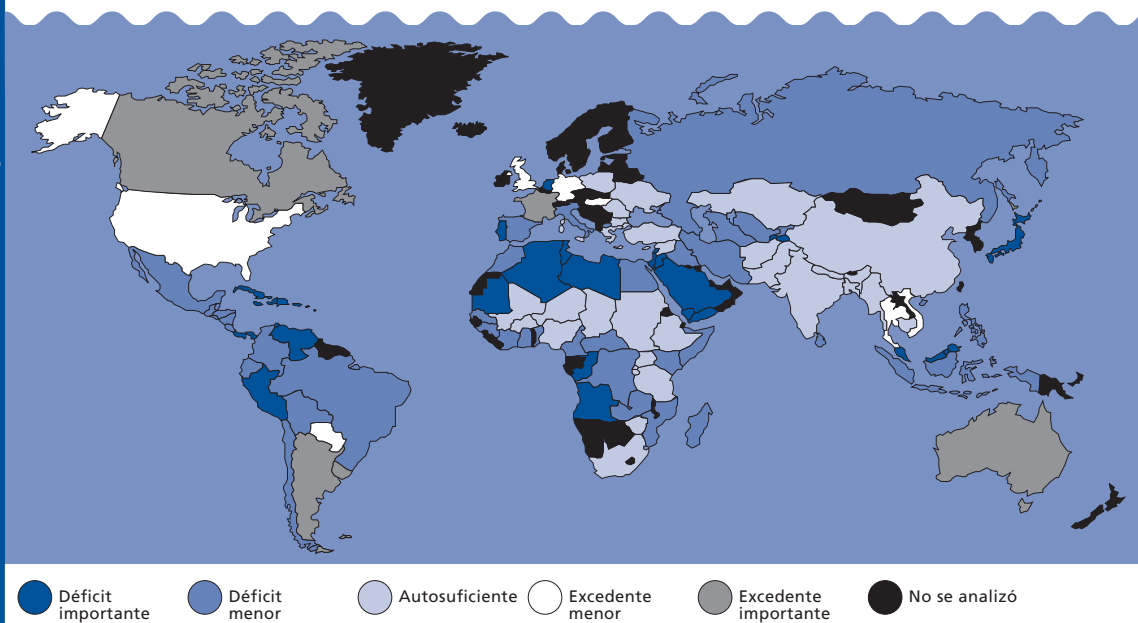
Mundos del agua

Déficits o excedentes de cereales

1 1995

Déficits importantes, sobre todo en África y el Medio Oriente

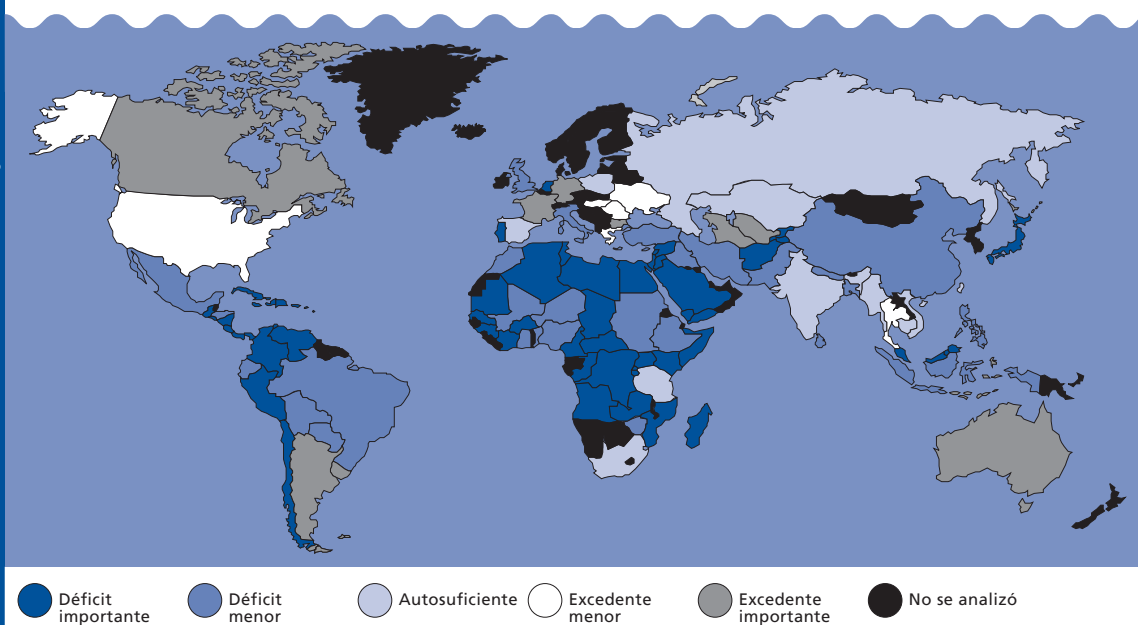
Source: PODUM calculations (WMI 2000). International Water Management Institute www.iwmi.org.



2 Escenario 'todo igual', 2025

Déficit global de 200 millones de toneladas; déficits importantes en muchos países de África y Medio Oriente; India es autosuficiente.

Source: PODUM calculations (WMI 2000). International Water Management Institute www.iwmi.org.

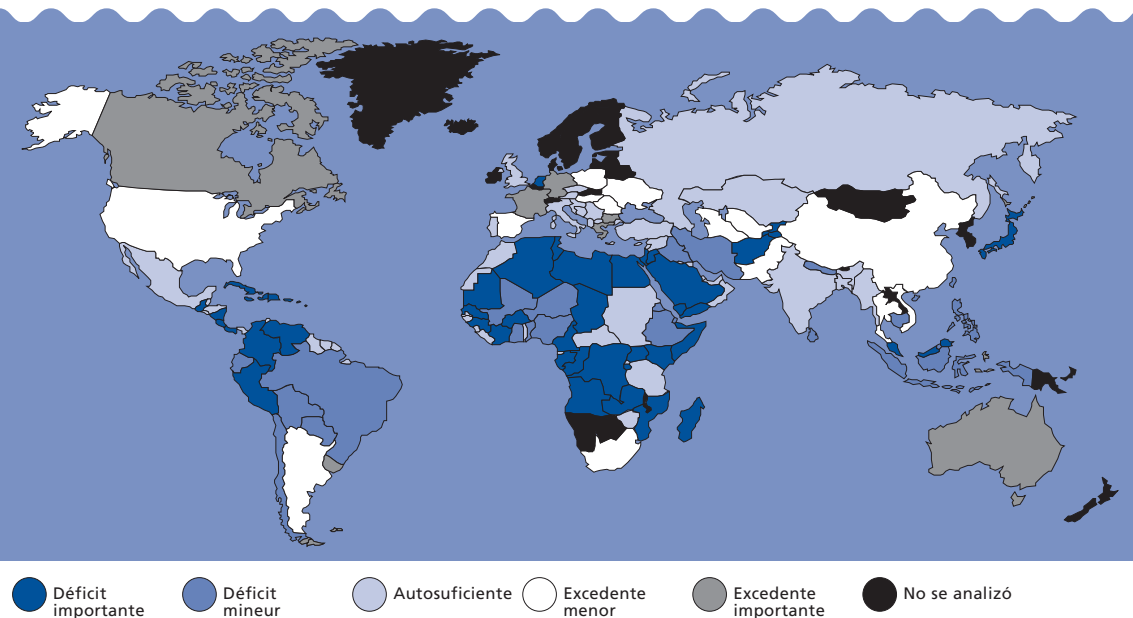


Bajo 'todo igual', muchos países sufrirán déficits importantes

3 Escenario 'tecnología, economía y sector privado', 2025

Excedente global de 70 millones de toneladas; excedente en la OCDE y países en vías de desarrollo con ingresos elevados; déficit creciente en países de bajos ingresos.

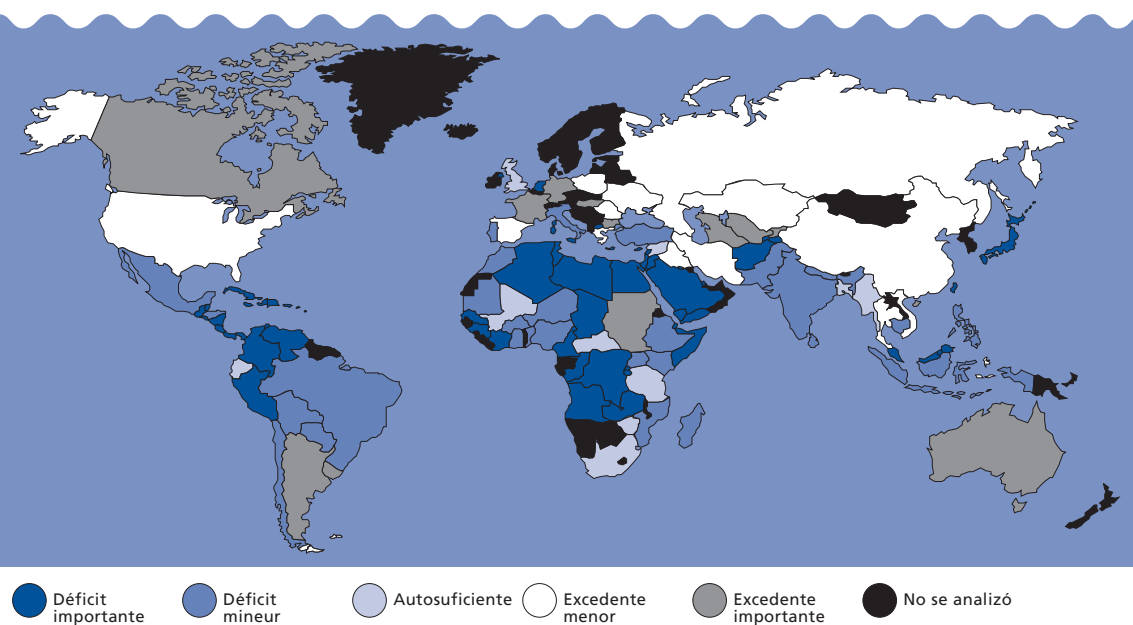
Source: PODUM calculations (IWM 2000). International Water Management Institute www.iwmi.org



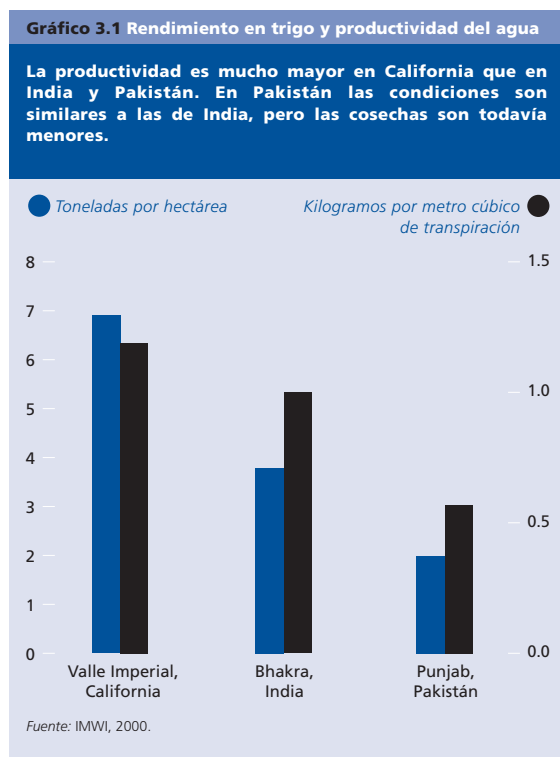
4 Escenario 'valores y estilos de vida', 2025

Disminución de la brecha en rendimientos, productividad en aumento en países de bajos ingresos, menor crecimiento de la población y más preocupación por el medio ambiente; disminución del déficit en los países de bajos recursos.

Source: PODUM calculations (IWM 2000). International Water Management Institute www.iwmi.org



- La revolución doblemente verde
- Agregar más almacenamiento



cultivo con elevada productividad económica por unidad de transpiración.

- **Prácticas culturales mejores.** Una mejor gestión de los suelos, fertilización, y el control de plagas y malezas incrementa la productividad de la tierra y a menudo del agua consumida.

Y segundo, por medio de mejores prácticas de gestión del agua:

- **Mejor gestión del agua.** Una mejor coordinación de los suministros de agua puede ayudar a disminuir el estrés en períodos críticos de crecimiento de cultivos, y aumentar el rendimiento. Cuando el suministro de agua es más confiable, los agricultores tienden a invertir más en otros insumos agrícolas, lo cual conduce a una mayor producción por unidad de agua. Controlar la salinidad por medio de la gestión del agua a nivel de proyecto o en el terreno puede prevenir la disminución en productividad del agua.

- **Irrigación deficitaria, suplementaria y de precisión.** Con un control suficiente del agua, resulta posible utilizar prácticas agrícolas más productivas. La irrigación deficitaria busca incrementar la productividad por unidad de agua con estrategias de irrigación que no satisfacen todos los requisitos evaporativos. La irrigación que suplementa la lluvia puede incrementar la productividad del agua cuando se pone a disposición un abastecimiento limitado para cultivos en períodos críticos. La irrigación de precisión, incluyendo goteo, regaderas y cuencas a nivel, disminuye la evaporación no beneficiosa, aplica el agua de manera uniforme en los cultivos y disminuye el estrés, con lo cual puede incrementar la productividad del agua (IWMI 2000).

- **Reasignar el agua de usos con poco valor a otros con valor más elevado.** Pasar del uso agrícola al municipal e industrial, o de cultivos de poco valor a otros de valor elevado, puede aumentar la productividad económica o el valor del agua. Como resultado de dicha reasignación, pueden cambiar los compromisos río abajo, lo cual obliga a abordar otras consideraciones graves legales, de equidad y otras sociales. Una opción en este ámbito es el comercio en agua virtual.

El comercio también puede aliviar la escasez de agua (Allan and Court 1996). Los países en los que abunda el agua deberían exportar cultivos intensivos en agua, como el arroz, a países con escasez de agua. Según un análisis anterior que realizó el International Food Policy Research Institute (IFPRI), que no tomó en cuenta el agua como limitante, el comercio mundial de alimentos se incrementará sustancialmente entre 1995 y 2020 (Rosegrant, Agcaoili-Sombilla, and Perez 1995). El comercio de carne se triplicará, el de soja se duplicará y el de cereales aumentará en dos tercios. Los países en vías de desarrollo incrementarán sustancialmente sus importaciones, en tanto que las exportaciones provendrán sobre todo de EE UU, Canadá, Australia y Argentina. El análisis concluía que este incremento satisfaría la demanda mundial de alimentos, pero no disminuiría de manera sustancial la cantidad de personas desnutridas.

Más exportaciones de alimentos procedentes de países industrializados no son una solución para los 650 millones de pobres y de personas desnutridas en zonas rurales. La mayoría viven en lugares con bajo potencial agrícola y con recursos naturales escasos (Leonard 1989). También viven en zonas que sufren de escaseces periódicas o crónicas de agua. Para ellos, el acceso al agua significa producción local de alimentos.

Retener las aguas excedentes hasta el momento en que senecesiten para uso humano sigue siendo un elemento esencial de la gestión de recursos hídricos en todas las zonas, en especial en Asia Meridional

tos que genera empleo e ingresos, y es suficiente y lo bastante confiable como para satisfacer necesidades locales durante todo el año, incluyendo los años poco benignos para la agricultura (Conway 1999a).

Un reciente análisis del IFPRI de los tres escenarios de la Visión Mundial del Agua también llegó a la conclusión de que el comercio internacional de alimentos aumentará con rapidez (Rosegrant and Ringler 1999). Si la agricultura no se expande con celeridad, entonces el comercio en aumento se originará en gran parte a partir de los límites que impone el agua sobre la producción de alimentos. Bajo los otros dos escenarios, que estudian un abanico de medidas para incrementar la producción de alimentos en áreas deficitarias proyectadas, el comercio creciente sólo lo puede generar un crecimiento económico más rápido en el mundo en vías de desarrollo, que conducirá a una mayor demanda de alimentos, que excederá incluso los incrementos locales en producción.

David Seckler ha señalado que el incremento en comercio se verá probablemente limitado por la necesidad de divisas para pagar por las importaciones (IWMI 2000). Debido a la fuerte competencia, no es realista esperar que todos los países dediquen sus escasos recursos a la producción de cultivos de mayor valor. Así el escenario del IWMI presupone que el comercio permanecerá en el porcentaje actual de consumo de alimentos, o sea, un aumento máximo de 30–40% en cantidades negociadas (IWMI 2000).

Desarrollar biotecnología agrícola

Según Conway (199a), la aplicación de avances en biotecnología, incluyendo ingeniería genética, cultivo de tejidos y selección con ayuda del mercado (que utiliza tecnología de ADN para detectar la transmisión de un gen deseado a un retoño que procede de un cruce; recuadro 3.2), será fundamental para:

- Elevar los toques de rendimiento.
- Disminuir el uso excesivo de pesticidas.
- Incrementar el valor de los alimentos básicos como nutrientes.
- Proporcionar a los agricultores en tierras menos adecuadas variedades más capaces de tolerar sequías, salinidad y falta de nutrientes del terreno.

Recuadro 3.2 Cultivo de tejidos y técnicas de selección con ayuda del mercado

La mayor parte de las variedades nuevas son resultado de cultivos de tejidos y de técnicas de selección con ayuda del mercado. Una variedad de arroz a partir de cultivo de tejidos, llamada La Fen Rockefeller por el criador chino que la desarrolló, está incrementando las cosechas en un 15–25% de agricultores en la región de Shanghai. Científicos de la West Africa Rice Development Association han utilizado otro cultivo para cruzar arroz asiático de alto rendimiento con arroz africano tradicional. Resultado: una nueva clase de planta que parece arroz africano en sus primeras fases de crecimiento (crece en condiciones secas y puede eliminar malezas con su sombra) pero se va convirtiendo más en arroz asiático a medida que alcanza su madurez, con cosechas mayores con pocos insumos.

En otro adelanto, algunos científicos anunciaron recientemente que habían incrementado la cantidad de vitamina A en una nueva variedad a la que se la llama “arroz dorado”, importante para disminuir la deficiencia en vitamina A, que es una causa importante de ceguera.

La selección con ayuda del mercado se está utilizando en arroz para agregar progresivamente dos o más genes para que resistan al mismo patógeno, incrementando la durabilidad de la resistencia, y para acumular varios genes, contribuyendo a la tolerancia a las sequías. Por algún tiempo más, es probable que este sea el uso más productivo de la biotecnología para cereales.

Fuente: Conway 1999a.

De hecho, la biotecnología debería verse como un elemento de lo que Conway (1999b) ha calificado como “la revolución doblemente verde”. La revolución consiste en métodos ecológicos para la agricultura sostenible, mayor participación de los agricultores en el análisis, diseño e investigación, y la aplicación de biotecnología moderna a las necesidades de los pobres en países en vías de desarrollo, en particular los que se encuentran en zonas propensas a sequías.

Los expertos no concuerdan en cuanto al potencial de la biotecnología para incrementar la producción de alimentos. Seckler, por ejemplo, no espera que la biotecnología agregue más de un 5–10% a la producción mundial de alimentos en los próximos 25 años (IWMI 2000). Conway (1999a), sin embargo, cree que en los próximos 10 años es probable que veamos un avance mucho mayor en la introducción de genes múltiples que se centran en rasgos del producto o en características del mismo difíciles de lograr, y que tendrá alta prioridad la ingeniería de cultivos que puedan tolerar las sequías.

Concluye que si bien los beneficios potenciales de la biotecnología son considerables, no es probable que se logren sin

- **Recargar el agua subterránea**
- **Recolectar agua pluvial**
- **Poner precio a los servicios hídricos**
- **Hacer que los gestores se interesen por los usuarios**

dar algunos pasos cruciales. No es probable que los campesinos en áreas rurales pobres que viven en regiones propensas a sequías adopten estos cultivos a no ser que se les den semillas gratis o a un costo nominal. Esto requerirá una inversión pública muy grande de parte de gobiernos y donantes, en investigación y distribución de semillas y asesoría técnica. Y estos esfuerzos deberán centrarse en cultivos, como mandioca, arroz en tierra altas, maíz africano, sorgo, mijo, que son alimentos básicos de las personas que viven en regiones propensas a sequías, que necesitan una mayor estabilidad en cuanto a cosechas más abundantes y también rendimientos mejores.

El aumento de cultivos transgénicos, que probablemente variará mucho en diferentes partes del mundo, tiene efectos diferentes en continentes diferentes. En Norteamérica los cultivos transgénicos ya predominan entre algunos cultivos. En Europa la ausencia de aceptación pública puede disminuir la importación de alimentos, con el consiguiente aumento de los precios de los alimentos y de la demanda de agua para producirlos a nivel doméstico, generándose conflictos comerciales entre Europa y Norteamérica. En los países en vías de desarrollo la adaptación de cultivos transgénicos es probable que varíe mucho, creando conflictos entre gobiernos y compañías privadas con patentes de numerosas variedades nuevas. El mundo en vías de desarrollo necesita tener acceso a estas tecnologías y decidir por sí mismo (recuadro 3.3).

Incrementar el almacenaje

Incrementar el almacenaje de agua, retener las aguas excedentes hasta el momento en que se necesiten para uso humano, sigue siendo un elemento esencial de la gestión de recursos hídricos en todas las zonas, en especial en Asia Meridional, donde un grandísimo porcentaje de caudales anuales se contienen en una cantidad limitada de inundaciones. La estrategia óptima parece ser una combinación de almacenaje en acuíferos, en tanques y en otras microestructuras tradicionales, y detrás de presas pequeñas y grandes.

Construir presas

Muchas grandes presas, que la International Commission on Large Dams (ICOLD) define como las de más de 15 metros de altura, no son particularmente controversiales. La Asociación Internacional de Hidroenergía calcula que se están construyendo unas 300 presas grandes al año, no mucho más que lo que se necesita para sustituir el capital social de 39.000 gran-

Recuadro 3.3 El mundo en vías de desarrollo no se puede permitir dejar de lado la biotecnología agrícola

“Se presta demasiado poca atención al efecto de las nuevas tecnologías agrícolas en los pobres y hambrientos del mundo”, dice Per Pinstrup-Andersen, director general del International Food Policy Research Institute, en un artículo que se resume aquí. La mayor parte de estas personas viven en países en vías de desarrollo, y tienen la probabilidad de beneficiarse más que ningún otro de la biotecnología. Aunque “comida Franken” y “semillas exterminadoras” son palabras en voga en los medios de comunicación europeos y cada vez más en EE UU, los pequeños agricultores en Asia, África y América Latina deben preguntarse a qué viene todo esto. Para ellos, el intenso debate sobre biotecnología agrícola corre el riesgo de cerrarles la puerta a una enorme oportunidad para mejorar su vida.

La biotecnología agrícola puede ayudar a los agricultores en países en vías de desarrollo a producir más, digamos, al desarrollar nuevas variedades de cultivos que toleran la sequía, resisten a insectos y malezas, y pueden captar el nitrógeno del aire. La biotecnología también puede hacer que los alimentos que los agricultores producen sean más nutritivos al incrementar la vitamina A y otros nutrientes en la parte comestible de las plantas.

Unas cuantas corporaciones privadas que se dedican a la agricultura en países desarrollados, donde esperan la ganancia más elevada de sus inversiones, llevan a cabo gran parte de la investigación en biotecnología. Los gobiernos deben invertir en investigación de biotecnología para ayudar a los agricultores pobres, y los sectores público y privado deben colaborar como socios. El potencial de nueva tecnología agrícola es enorme, en particular para los pobres en países en vías de desarrollo. Condenar la biotecnología por sus riesgos potenciales sin considerar los riesgos alternativos de prolongar la pobreza humana que se genera con el hambre, la desnutrición y las muertes infantiles es tan obtuso y poco ético como dedicarse a ciegas a esta tecnología sin las salvaguardas necesarias.

Fuente: International Herald Tribune, 28 de octubre 1999.

des embalses que hay en todo el mundo, bastante menos que la cantidad construida en 1960–80.

Las nuevas presas se han vuelto mucho menos populares en los países de la OCDE en los últimos 10–20 años. Pero un 70% del potencial hidroenergético en estos países ya ha sido desarrollado y hay poco incentivo para aumentar las zonas agrícolas, como no sea para incrementar la exportación de alimentos. Así pues, la consecuencia es que la necesidad de nuevas presas es limitada. El futuro de las presas en los países de la OCDE tiene que ver probablemente tanto con discontinuar su servicio como con construirlas, con utilizar las presas y embalses para fines recreativos y ambientales, y también para desarrollo económico.

Las nuevas presas grandes también se han vuelto controversiales en países en vías de desarrollo, como el bien conocido

Recolectar agua pluvial brinda oportunidades para una gestión descentralizada, basada en la comunidad, de los recursos hídricos

proyecto Marmada en India y el proyecto Three Gorges en China, debido a los impactos en el medio ambiente y al desplazamiento de personas. Es posible suavizar estos impactos, y quienes se dedican a construir presas han trabajado mucho en posibles medidas. Pero la experiencia en la implementación de estas medidas no ha convencido a los opositores de las presas. Este mismo año la Comisión Mundial de Presas publicará directrices acerca de las condiciones bajo las cuales los impactos generales de las presas pueden ser o no beneficiosos.

Se ha desarrollado sólo una pequeña parte de la hidroenergía económicamente factible en África (6% de 1.000 terawatios-hora al año), Asia (20% de 3.600) y América Latina (35% de 1.600) (IHA 1999). Los países en estas regiones quizá decidan que no desean desarrollar su potencial hídrico al mismo nivel que los países de la OCDE (70%). Pero es probable que decidirán que el óptimo social en el caso de la hidroenergía es más elevado que sus niveles actuales de desarrollo.

Recargar el agua subterránea

Almacenar agua en acuíferos es una solución atractiva, dado el exceso de extracción de agua subterránea en China, India, África Septentrional, EE UU, y en otras partes. La amenaza que significa el exceso de extracción para quienes dependen del agua para conseguir su subsistencia, y para quienes dependen de los alimentos que se producen (recuadro 3.4) es de mal agüero. Se necesitan con urgencia nuevas técnicas y mecanismos institucionales para recargar los acuíferos de agua subterránea. Dichos mecanismos incluirán limitar el acceso y crear incentivos para que los usuarios limiten el exceso de bombeo o lo detengan. Las dos sendas disponibles son otorgar permisos y controlar el uso o reconocer derechos de uso y ofrecer a los detentores de derechos incentivos para conservar el recurso. El segundo método suele resultar más eficaz.

Para que el agua subterránea resulte visible, podrían crearse zonas de protección de la misma, con medidas especiales para recarga y para disminuciones en extracción. Todos los grupos afectados por la “fiebre del agua subterránea”, y los subsiguientes escasez de agua, deterioro de

la tierra, pérdida de calidad del agua y salud pública deficiente, deben incorporarse a iniciativas que aborden los problemas. Incluyen grupos de usuarios de agua, líderes políticos y sociedad civil locales, y políticos y diplomáticos que negocien con vecinos ribereños para disminuir las extracciones de aguas subterráneas comunes. Los medios de comunicación y

Recuadro 3.4 Agua subterránea para la agricultura

Una de las revoluciones técnicas mayores en irrigación ha sido el desarrollo de la bomba pequeña. Decenas de millones de bombas pequeñas están extrayendo agua de acuíferos para irrigar cultivos. Como la irrigación con bombas proporciona el agua según demanda, los rendimientos debidos a la irrigación por bombeo pueden ser dos o tres veces mayores que los de irrigación por canal. Más de la mitad del área irrigada en India se abastece en la actualidad de agua subterránea. Y como la irrigación suministra casi la mitad de los alimentos que se producen en India, una tercera parte de esa producción depende de estos mecanismos de bombeo y de los acuíferos que los alimentan.

Casi lo mismo puede decirse de otros países áridos. Sin embargo, casi en todas partes del mundo, las capas de agua subterránea están disminuyendo a tasas alarmantes en áreas que dependen de la irrigación con agua subterránea. En muchas de las zonas con uso intensivo de bombeo en India y Pakistán, las capas de agua están disminuyendo entre 2 y 3 metros al año. Esto no sorprende: las pérdidas por evaporación de un cultivo típico son de alrededor de 0.5 metros de densidad de la capa de agua, y la producción de agua en un acuífero es de un 0.1 metros por metro de densidad. Sin la recarga, las capas de agua subterránea disminuirían en unos 5 metros por cosecha. La mayor parte de dichas zonas reciben suficiente lluvia para recargar los acuíferos, pero la mayor parte del agua de lluvia se va en derrames, y no para recargar. Necesitamos con apremio cambiar esta relación.

No resulta exagerado decir que la seguridad alimenticia de China, India, Pakistán y muchos otros países en 2025 dependerá en gran parte de cómo gestionen el agua subterránea. Disminuir la irrigación por bombeo no es respuesta, porque esto simplemente disminuye la agricultura más productiva. La respuesta tiene que encontrarse en la recarga de aguas subterráneas, lo cual no es una solución fácil. De hecho, nadie ha encontrado una forma costo eficiente de hacerlo en la escala que se requiere. Casi la única idea plausible es fomentar, por medio de subsidios si fuera necesario, el cultivo en plataformas (arroz) inundadas en tierras sobre los acuíferos más amenazados en la estación lluviosa. La irrigación de plataformas, con grandes pérdidas por filtración, es ineficiente desde el punto de vista tradicional. Pero desde el punto de vista de recarga de aguas subterráneas tiene sentido. De hecho, India ha venido practicando precisamente esto en 100.000 hectáreas en los últimos diez años.

Fuente: IWMI 2000

el público en general, ignorantes de que esta invisible “cuenta de ahorros de agua” está disminuyendo y bajo amenaza, deben también involucrarse mucho.

Recolectar agua pluvial

Recoger agua pluvial, que en general es una alternativa socialmente atractiva a las grandes construcciones, brinda oportunidades para una gestión descentralizada, basada en la comunidad, de los recursos hídricos. Pero el agua pluvial que se recolecta río arriba disminuye los derrames que estarían a disposición de otros, a para el medio ambiente, río abajo (a no ser que fuera a parar

- **Comunidades con poder**
 - **Reestructurar la gestión de sistemas de irrigación**
 - **Valorar las funciones ecosistémicas**
 - **Incrementar la cooperación en cuencas internacionales**
-

a un sumidero). La recolección de agua pluvial tampoco está más libre de costos ambientales que sacar agua de corrientes para irrigación (recuadro 3.5).

Nuevos embalses pueden producir agua barata, pero son costosos en términos ambientales. El agua subterránea proporciona un almacenamiento excelente según demanda, pero si se deja sin reglamentar puede fácilmente consumirse en exceso, lo que afecta a otros usuarios. Así pues, para cada alternativa debe especificarse un recuento completo de beneficios y desventajas. En la mayoría de los casos la solución mejor será una combinación de uso de agua de superficie y subterránea, con un abanico de opciones de almacenamiento.

Reformar las instituciones de gestión de recursos hídricos

El desafío mayor en la gestión de recursos hídricos es institucional. La voluntad política debe cambiar la toma de decisiones para incluir a todos los grupos interesados, en especial mujeres, de modo que esos grupos tengan el poder de gestionar sus propios recursos. La gestión pública y privada de agua sólo puede mejorarse con una rendición de cuentas, transparencia e imperio de la ley mayores.

Poner precio por los servicios hídricos

Como se describe en otra parte de este informe, poner a disposición agua a bajo costo, o gratuitamente, no ofrece el incentivo correcto a los usuarios. Los servicios hídricos deben tener un precio por su costo total para todos los usuarios, lo cual significa todos los costos relacionados con la operación y mantenimiento y los costos de inversión para al menos los usuarios domésticos e industriales. El necesidad básica de agua debe estar al alcance de todos, pero la manera más eficaz de lograrlo no es poniendo a disposición de todos los usuarios agua por debajo de su costo. Poner precio al agua ofrecerá un incentivo al sector privado, grande y pequeño, doméstico e internacional, para que se involucren. Tiene el potencial de generar el dinamismo, o sea, los fondos para investigación y desarrollo, por ejemplo, del que carece el sector.

Hacer que los gestores se interesen por los usuarios

La gestión orientada al servicio se centra en hacer que los gestores se interesen por las necesidades de los usuarios. Esto requiere el desarrollo de una dependencia mutua, como servicio por pago, que puede asumir varias formas, incluyendo acuerdos de servicio. Estos ofrecen una descripción detallada

de los servicios que se proveerán, las consecuencias para ambas partes caso de que no se cumplan los acuerdos y normas de arbitraje de conflictos.

Las necesidades y expectativas de servicio por parte de los usuarios se verán influenciadas por el precio que tengan que pagar por los mismos, en especial si tienen que pagar el costo total. Dado que se reconoce que se pueden brindar servicios en formas diferentes utilizando niveles diferentes de tecnología en diferentes niveles de costo, la gestión orientada al servicio requiere, pues, un mecanismo que garantice que los servicios que necesitan los usuarios se presten al costo menor posible. Los procesos de consulta, las relaciones claras de servicio, la administración transparente y los mecanismos de rendición de cuentas son algunas de las condiciones que deben establecerse para una gestión eficaz orientada al servicio.

Comunidades, mujeres y hombres asumen poder

La esencia de Visión 21, el sector de la Visión acerca de agua para todos, es colocar la iniciativa de las personas y su capacidad para depender de sí mismas en el centro de la planificación y acción. El agua y el saneamiento son necesidades humanas básicas, y la higiene es un prerequisite. Reconocer estos puntos puede conducir a sistemas que fomenten una participación genuina de parte de hombres y mujeres con poder, con una mejora en las condiciones de vida de todos, en particular de mujeres y niños.

La Visión 21, con su orientación de un desarrollo centrado en las personas, toma al hogar como el catalizador primordial de cambio, el primer nivel en la planificación y gestión de servicios ambientales. El cambio en el hogar o vecindario conduce a un oleaje de cooperación y acción que involucran a comunidades y autoridades locales, y luego acciones de parte de autoridades distritales, estatales, nacionales y mundiales.

Una nueva alianza de personas del lugar, organizaciones no gubernamentales (ONG) y agencias de agua puede contribuir mucho al logro de la Visión Mundial del Agua. Entre los programas de acción a nivel comunitario se pueden mencionar:

- Programas de acción en vertientes en los cuales las personas del lugar trabajan con ONG y organizaciones de investigación para promover la conservación y el poder local.
- Consejos locales que abordan problemas locales en rehabilitación y contaminación de agua.



Muchas prácticas adoptadas para mejorar la gestión del agua para necesidades humanas también beneficiarán a los ecosistemas

Recuadro 3.5 Recolección de agua pluvial

Recolectar agua pluvial tiene un potencial considerable para satisfacer las necesidades de agua potable y de irrigación en las regiones pobres del mundo en vías de desarrollo y para recargar acuíferos mermados de agua subterránea. La dotación total de agua pluvial de una zona de una hectárea en un ambiente árido con una precipitación anual de apenas 100 milímetros alcanza el millón de litros por año.

Los habitantes del subcontinente indio tienen una antigua tradición de recolección de agua pluvial. Dependen del monzón, que les aporta grandes cantidades de lluvia en eventos sumamente concentrados. A lo largo de los años, con una retraída participación comunitaria en la gestión del agua, esta tradición fue debilitándose. Pero está mostrando buenas señales de revitalización en áreas que sufren de deforestación aguda y de deficiente gestión de la tierra. Estos cambios ambientales han alterado tanto el ciclo hidrológico que tres áreas se han vuelto muy propensas a sequías intensas.

- En los años 70 dos poblados ecológicamente deteriorados y económicamente indigentes, Ralegan Siddhi en Maharashtra (donde la precipitación anual oscila entre 450 y 650 milímetros) y Sukhomajri en Haryana (con una precipitación anual de unos 1.100 milímetros) recurrieron a la recolección de agua, el primero para recargar aguas subterráneas, y el segundo para almacenamiento de superficie. Al disponer de más agua, estos poblados poco a poco mejoraron y estabilizaron su producción agrícola y cría de animales y en la actualidad exportan alimentos en lugar de importarlos.
- A mediados de los 80 Tarun Bharat Singh, organización no gubernamental que trabaja en el distrito Alwar de Rajasthan, alentó al poblado de Gopalpura, expuesto a sequías, a que revitalizaran la tradición de recolectar agua captando derrames de superficie. Para 1998 el éxito de Gopalpura

Fuente: Agerwal 1999

había estimulado a 650 poblados más en ese distrito propenso a sequías para que realizaran esfuerzos sencillos que conducían a niveles más elevados de aguas subterráneas, a ingresos agrícolas mayores y más estables y a una migración menor por agotamiento.

- Con 70 poblados que construyeron 238 estructuras para recolección de agua en una vertiente, el río Arvari de 45 kilómetros, que con anterioridad inundaba unos pocos meses durante la estación de monzones, ahora fluye todo el año. Y la mayor recarga de aguas subterráneas hace la vida más fácil para innumerables mujeres que viven a lo largo del río. Las comunidades de los poblados a lo largo del río Arvari incluso formaron un Parlamento del Río para reglamentar el uso del mismo y los recursos de aguas subterráneas de la vertiente.
- Impresionado ante los magníficos logros de Ralegan Siddhi, Digvijay Singh, primer ministro del estado de Madhya Pradesh, repitió el trabajo en 7.827 poblados. Entre 1995 y 1998 el proyecto abarcó cerca de 3.4 millones de hectáreas de tierra por medio de un desarrollo muy participativo de vertientes y de un programa de recolección de agua pluvial. Se crearon comités de vertiente en los poblados para ejecutar el programa y convertir la gestión del agua en un movimiento popular.
- La recolección de agua pluvial no es sólo para poblados pobres. Se está promoviendo en el distrito Sumida de Tokyo para disminuir inundaciones urbanas y en la ciudad india de Chenna (antes Madras) para recargar acuíferos de aguas subterráneas que se salinizaron debido al exceso de extracción y de aguas marinas. Y la más reciente terminal del aeropuerto de Frankfurt, construida en 1993, capta 1.600 metros cúbicos de agua pluvial de su extenso techo para necesidades menores de agua, como limpieza, jardinería e inodoros.

- Organizaciones a nivel de cuenca para la gestión integrada del agua.
- Construcción de pozos para recarga de aguas subterráneas para mejorar los suministros de agua para poblados y la gestión de acuíferos.
- Preparación para desastres vinculada a acción comunitaria.
- Esfuerzos de ayuda durante sequías que movilizan trabajo y suministros de alimentos.
- Acción comunitaria en el control de enfermedades que acarrea el agua.
- Acción local para monitorear la calidad del agua, la selección de cultivos y el control de calidad de productos irrigados con agua de efluentes.

Reestructurar la gestión de sistemas de irrigación

Reestructurar sistemas de irrigación para proporcionar más beneficios a los pobres implica una combinación de reformas técnicas e institucionales. Incorporar a los pobres al diálogo sobre prioridades de sistemas puede generar nuevas ideas y beneficiar a todos los grupos interesados. Entre los métodos que muestran potencial están:

- *Mejorar el diseño y las operaciones.* Las consultas participativas pueden poner de relieve iniquidades en la distribución de agua y posibles pasos para mejorar el desempeño. Tales consultas pueden resultar especialmente útiles durante períodos de escasez de agua, cuando los pobres y mujeres que riegan pueden tener muchas dificultades en conseguir agua. Por ejemplo, los derechos flexibles para cultivar pueden reasignar tierra irrigada durante escaseces estacionales de agua.
- *Extender la disponibilidad del agua a los pobres.* Cuando la rehabilitación mejora el suministro de agua, se pueden otor-

- Fases de cooperación exitosa

- Apoyar la innovación

gar nuevos derechos al agua a los pobres o a quienes no disponen de irrigación. Nepal y Perú son ejemplos de ello.

- *Vincular la transferencia de la gestión de irrigación con mejoras en servicios.* Los programas de transferencia de la gestión de irrigación brindan nuevas oportunidades para que los pequeños agricultores y las mujeres estén representados. Esta participación puede llevar a nuevas rotaciones del agua que incrementan la equidad entre los dos extremos del sistema de irrigación y a que se reconozcan las necesidades domésticas de agua como objetivo legítimo de un sistema de irrigación.
- *Reformar los derechos a la tierra y al agua.* Algunos países han emprendido redistribuciones a gran escala de derechos a la tierra y al agua, desmembrando grandes propiedades en favor de pequeños agricultores y peones. Pero las justificaciones económicas y políticas para semejante reforma son algo del pasado. Lo que se necesita es una política que ayude a los pobres, en especial a grupos autóctonos y minorías étnicas, a que defiendan sus derechos en el contexto de consolidación de derechos al agua y de transferencias sectoriales que se basan en las políticas económicas actuales. Donde se (re)distribuyan derechos al agua, deberían otorgarse a todos los usuarios, mujeres y hombres, propietarios de tierra y campesinos sin tierra.

Valorar las funciones ecosistémicas

El agua es indispensable para la vida, el desarrollo y el medio ambiente, y las tres cosas deben gestionarse juntas, no de manera secuencial. Como las comunidades rara vez comprenden esta relación, el primer paso es la concienciación. Después de esto, la investigación sobre vertientes locales, la educación pública y la gestión de vertientes y cuencas de ríos locales pueden hacer posible la sostenibilidad. Como parte del proceso de planificación del agua, cada comunidad debería considerar cuánta agua asignar al medio ambiente natural. La legislación nacional debería exigirlo, como se hace en Australia y Sudáfrica. Se dispone de modelos de apoyo a decisiones, y debería examinarse con atención la experiencia acerca de los mismos, con la idea de aplicar lecciones de otros lados, tomando en cuenta el conocimiento autóctono y los métodos locales de gestión de agua.

Se necesita mucha más investigación para mejorar nuestra comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y para valorar los servicios que nos proporcionan dichos sistemas.

Valoraciones mundiales recientes de los servicios que proveen ecosistemas de agua dulce (vertientes, acuíferos y humedales) para control de inundaciones, irrigación, industria, recreación, transporte fluvial y otros han llegado a estimaciones que alcanzan varios billones anuales (Costanza 1997; Postel and Carpenter 1997). Este conocimiento permitirá una ponderación cuidadosa de los impactos de la utilización del recurso hídrico y del desarrollo en los ecosistemas, sobre todo en los tropicales (recuadro 3.6). La integración debe enfatizar la cuenca fluvial como la escala adecuada de gestión, desde los bosques en las vertientes altas hasta las zonas costeras afectada por afluencias de ríos en humedales, lagunas y ecosistemas de manglares. Las interacciones entre recursos hídricos y gestión de zonas costeras son muchas, pero con frecuencia se desconocen o se entienden mal (Rijsberman and Westmacott 1997). Entre tanto, entre las acciones para una gestión integrada mejor están:

- Dejar la cantidad de agua en ecosistemas que se necesita para mantener su funcionamiento adecuado.
- Proteger humedales y llanuras inundables para hacer posible recibir beneficios de inundaciones estacionales y proporcionar almacenamiento para inundaciones muy caudalosas.
- Proteger y plantar bosques en vertientes superiores, en especial en zonas montañosas.
- Exigir tratamiento completo de efluentes de parte de industrias y municipalidades y aplicar el principio "quien contamina paga".
- Proteger los recursos hídricos de los derrames agrícolas.
- Crear zonas de protección de aguas subterráneas.
- Rehabilitar áreas deterioradas para que recuperen funciones ecosistémicas perdidas (por medio de reforestación, restauración de humedales, restauración de la población de peces, y así sucesivamente).

Muchas prácticas adoptadas para gestionar el agua para necesidades humanas, normas sobre extraer y compartir agua, cambios en cultivos e irrigación para ahorrar agua para otros fines, regreso a la recolección y almacenamiento antiguos y basados en la comunidad, beneficiarán también a los ecosistemas. Otras medidas incluyen disminuir los nutrientes por

El incremento de la productividad dependerá de la innovación tanto por medio de investigación básica como de la difusión y adopción generalizadas de sus resultados

Recuadro 3.6 Cálculo de los beneficios del uso de llanuras inundables en Nigeria septentrional

Cálculos recientes indican que las prácticas tradicionales proporcionan más beneficios que los cultivos de irrigación en la llanura inundable Hadejia-Jama'are en Nigeria septentrional. Leña, agricultura de recesión, pesca y pastoreo generan \$32 por mil metro cúbicos, comparado con \$0.15 con irrigación. Esta evaluación es importante porque más de la mitad de los humedales de la región ya se han perdido debido a sequías y presas río arriba. Por esto no es aconsejable un incremento propuesto en desvío de agua para agricultura de irrigación a gran escala.

Incluso sin tomar en cuenta tales servicios, como hábitat para la vida silvestre, el humedal es más valioso en su estado actual que después de la conversión a agricultura de irrigación a gran escala. ¿La lección? Cuando el análisis de costo beneficio incluye el valor de los bienes y servicios que proporciona un ecosistema, los planes de desarrollo a gran escala son menos ventajosos que mejorar la gestión del ecosistema inalterado.

Fuente: Barbier and Thompson 1998

medio del almacenamiento de estiércol en las fincas, controlar la sedimentación con la disminución de la erosión río arriba, planificar la generación conjunta de hidroenergía y la irrigación en estación seca, y disminuir los contaminantes de la agricultura e industria. Sobre todo, todos los ecosistemas se protegerán con la gestión integrada de los recursos de tierra y agua cuenca por cuenca, además de poner precio por el costo total de los servicios hídricos y las reformas en la gestión para el suministro de agua y la eliminación de aguas residuales.

Incrementar la cooperación en cuencas internacionales

Cerca de la mitad del mundo vive cerca de 300 cuencas fluviales internacionales, ríos que cruzan fronteras nacionales y cuyos recursos por tanto se comparten. En la historia de pueblos y países hay innumerables ejemplos de acuerdos a los que se ha llegado acerca de cómo compartir esos recursos hídricos internacionales. También hay muchos casos, sobre todo en épocas de sequías o de aumento en la escasez, de conflictos por agua. De hecho, se ha estado prediciendo un incremento en guerras por agua como resultado final de dichos conflictos.

La experiencia demuestra, sin embargo, que los recursos hídricos compartidos pueden convertirse en una fuente de cooperación en vez de conflicto.

Sin duda que para que se haga realidad una Visión Mundial del Agua, es fundamental la necesidad de cooperación en

cuencas internacionales. Esto no es fácil, como lo demuestran 30 años de negociación que se necesitaron para alcanzar el acuerdo en la Convención de las Naciones Unidas sobre la Ley de Usos No Navegables de Cauces Internacionales. Lo triste es que después de todo ese tiempo, ahora parece improbable que vayan a ratificar esta convención una cantidad suficiente de países para que entre en vigor.

Parece que lo mejor que podemos hacer es enfatizar cómo los países pueden alcanzar una mejor comprensión y eventualmente una cooperación más profunda en asuntos de aguas internacionales. Hay una serie de fases por las que parece pasar la cooperación más exitosa:

- **Desarrollar confianza.** Los países que comparten ríos inter-naiconales comienzan con una cooperación técnica de bajo nivel que se centra en intercambiar datos o en recopilar datos de manera conjunta. Las comisiones de ríos internacionales, con reuniones regulares de representantes nacionales y una pequeña secretaría técnica, a menudo sirven este fin.
- **Cooperación.** A medida que aumenta la confianza mutua y que se plantean asuntos que atañen a todas las partes y que se pueden abordar mejor por medio de acciones colectivas, el nivel de cooperación va incrementándose paulatinamente hasta un punto en que los países están dispuestos a emprender acciones conjuntas o a asignar recursos más significativos.
- **Acuerdos internacionales.** Tras años de cooperación exitosa, se suelen necesitar largas negociaciones para lograr acuerdos bilaterales o regionales. Estos acuerdos rara vez abordan la (teóricamente deseada) gestión comprensiva integrada de los recursos hídricos, sino que se centran en aspectos concretos de hidroenergía, navegación o medio ambiente. Cuando los intereses de los países río abajo y río arriba divergen mucho en cuanto a aspectos concretos, no es infrecuente que se logre un acuerdo en un marco más amplio que involucra comercio transfronterizo u otros aspectos que permiten llegar a acuerdos en beneficio de cada una de las partes.
- **Legislación internacional y resolución alternativa de conflictos.** Una vez se han establecido acuerdos internacionales, se pueden abordar los conflictos por medio de mecanismos formales (judiciales, derecho internacional) o alternativos (mediación, arbitraje) de resolución de disputas.

Apoyar la innovación

Como disponemos de una cantidad finita de recursos hídricos y hay una cantidad creciente de personas y una demanda en aumento, el uso sostenible de agua depende en última instancia de nuestra capacidad para incrementar su productividad por lo menos con la misma celeridad con que crece la demanda. El aumento de productividad dependerá en gran parte de la innovación en todo el sector, por medio tanto de investigación básica como de difusión y adopción de sus resultados.

Una parte clave de la innovación necesaria será la toma creciente de conciencia acerca de los temas del agua en toda la población y de la educación y capacitación de personas capaces de generar los cambios necesarios, es decir desarrollo de capacidad en el sector hídrico. Un factor crucial para movilizar recursos para el desarrollo de capacidad y para la investigación será darle al agua el valor que le corresponde. Esto exige asignarle un precio. Una vez se valore adecuadamente el agua, los usuarios y los productores tendrán incentivos para conservarla y para invertir en innovaciones. Aunque se espera que fijar precio al agua sea la motivación primordial para incorporar al sector privado, una serie de aspectos de bien público de los recursos hídricos seguirán requiriendo financiación pública. Estos van desde investigar cultivos de alimentos básicos en países en vías de desarrollo hasta encontrar curas para enfermedades tropicales, importante para poblaciones que no constituyen mercados suficientes para que resulte atractiva la investigación con fondos privados.

Notas

1. Los antecedentes del trabajo que se describe aquí, los escenarios y los modelos concebidos en apoyo del ejercicio de la Visión Mundial del Agua, se publican en un volumen aparte, *World Water Scenarios: Analysis* (Rijsbeman).

2. Se puede ver un tratamiento más completo de estos temas en los escenarios y modelos mencionados en la nota 1 y en la Visión de los tres sectores principales, en los que se basa gran parte del análisis siguiente: "A Vision of Water for Food and Rural development" (Hofwegen and Svendsen 1999), "Vision 21: A Shared Vision for Water Supply, Sanitation and Hygiene and a Framework for Future Action" (WSCC 1999), y *Vision for Water and Nature: Freshwater and Related Ecosystems—The Source of Life and the Responsibility of All* (IUCN 1999).

3. La productividad es un mejor indicador que la eficiencia. Incrementar la eficiencia en el terreno o a nivel de fincas quizá no conlleve ningún beneficio. Y la eficiencia a nivel de cuenca no debería necesariamente maximizarse, porque disminuye la cantidad que queda para los usos río abajo y para el medio ambiente. La productividad del agua se puede incrementar con la obtención de más producción con la misma cantidad de agua o con la reasignación de agua de cultivos de poco valor a cultivos de mayor valor o de un uso a otro en el que el valor marginal del agua es mayor. De hecho, los incrementos mayores en productividad de agua en irrigación no se han conseguido con una mejor tecnología de irrigación o una mejor gestión, sino con rendimientos mejores en cultivos debido a semillas y fertilizantes mejores (IWMI 2000).

4. Se utilizaron extensamente tres modelos para las simulaciones de la Visión: WaterGAP, que desarrolló la Universidad de Kassel, Alemania (Alcamo and others 1999); IMPACT, que desarrolló el International Food Policy Research Institute, Washington, D.C. (Rosegrant and Ringler 1999); y PODIUM, que desarrolló el International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka (IWMI 2000). Además, se utiliza el escenario Polestar del Environment Institute de Estocolmo para desagregar supuestos del escenario mundial para 18 regiones.

5. Los datos sobre recursos hídricos renovables y uso a nivel de país son de Shiklomanov (1999).

6. El Escenario Medio de Naciones Unidas, Revisión 1998, es la base para el escenario 'todo igual' (UN 1999). En 2025 más del 80% de la población del mundo, o sea, 6.6 mil millones de personas, vivirán en países en vías de desarrollo. Además, la población mundial será más vieja y más urbana. Un 84% de las personas en países desarrollados y un 56% en países en vías de desarrollo vivirán en zonas urbanas, muchos en megaciudades (definidas como ciudades con más de 10 millones de habitantes). El escenario de tecnología, economía y sector privado utiliza el United Nations Medium Scenario menos 2%. El escenario de valores y estilo de vida utiliza el escenario bajo de Naciones Unidas.

7. Los sistemas de irrigación de retroalimentación proporcionan más o menos agua a los campos en respuesta a señales recibidas de los agricultores respecto a su demanda, en tanto que los sistemas de irrigación estándar están programados para proporcionar agua a los campos en horas y cantidades predeterminadas.

Anexo

Cuadro anexo 3.1 Impulsores para los tres escenarios de la Visión Mundial del Agua para 1995–2025

Impulsores	Todo sigue igual	Tecnología, economía, y sector privado (relativo a 'todo igual')	Valores y estilo de vida (relativo a 'todo igual')
Demográficos			
Población	7.8 mil millones (6.6 millones en países en vías de desarrollo)	Más o menos igual	7.3 mil millones (6.2 mil millones en países en vías de desarrollo)
Crecimiento de población	1.2% (1.4% en países en vías de desarrollo)	Igual o un poco menor	1.05% (1.1% en países en vías de desarrollo)
Urbanización	61% urbano (56% en países en vías de desarrollo)	Más o menos lo mismo	Más o menos igual
Presiones por migración de países en vías de desarrollo a países desarrollados	Alta	Más alta (o barreras más fuertes)	Baja
Tecnológicos			
Tecnología de información	Ampliamente disponible y utilizada para aumentar eficiencia en la gestión del agua	Igual	Ampliamente disponible y usada para aumentar la eficiencia y eficacia de la gestión del agua
Biotechnología	Ampliamente disponible y usada para nuevas variedades de cultivos	Ampliamente disponible y usada para nuevas variedades de cultivos con uso eficiente de agua	Ampliamente disponible para nuevos sistemas de cultivos y purificación del agua
Eficiencia en uso del agua	Alta, sobre todo en zonas áridas	Dramáticamente mayor	Más alta que en 'todo igual' pero menor que en tecnología, economía y sector privado
Contaminación del agua	Menor contaminación por unidad	Menor, sobre todo en economías desarrolladas y emergentes	Todavía menor
Nuevos cultivos resistentes a sequías, plagas, y sal	Moderado y controversial	Gran desarrollo y difusión de nuevas variedades, que resuelven en mucho el problema del agua para agricultura	Igual, pero combinado con ecotecnología e integrada en nuevos sistemas agrícolas
Salubridad	La inversión en países en vías de desarrollo crece más lento que la población	Igual	La inversión en países en vías de desarrollo crece más rápido que la economía general; uso de ecotecnología
Desalinización	Ampliamente disponible	Incluso más barata	Igual
Económicos			
Volumen de producción	\$80 billones (\$40 billones en países en vías de desarrollo)	30% más alta, pero sobre todo en economías desarrolladas y emergentes	\$90 billones (\$60 billones en países en vías de desarrollo)
Estructura de producción	Dematerialización gradual, la agricultura crece en términos absolutos	Poca dematerialización en países en vías de desarrollo; la agricultura crece en términos absolutos y relativos en países en vías de desarrollo	Rápido aumento de la economía no material
Infraestructura hídrica (disponibilidad y condición)	Crece a la misma tasa que la economía	Privatizada y crece más rápido que la economía	Crece más rápido que la economía
Comercio	Universal	Algunos países o regiones excluidos de mercados mundiales	Universal y reglamentada estratégicamente
Sociales			
Estilos de vida y preferencias culturales	Convergen en los niveles de hoy en países desarrollados	Iguals preferencias, pero los verdaderos estilos de vida divergen en países desarrollados y en vías de desarrollo	Convergencia en países en vías de desarrollo y desarrollados en estilos de vida menos intensivos de lo material que en los países desarrollados de hoy
Pobreza	Permanece constante la pobreza absoluta, la relativa disminuye	La pobreza absoluta disminuye, aumenta la desigualdad	Erradicada la pobreza absoluta
Desigualdad económica	Alta y en aumento	Muy alta y en aumento	Gradualmente disminuida
Ambientales			
Cambio climático futuro	Mayor variabilidad, desplazamiento agroecológico	Algo menos	Menor debido a vigorosos controles de emisiones
Enfermedades relacionadas con el agua	Aumentan gradualmente	Disminuyen gradualmente	Sólo en pequeñas bolsas
Salinización	Aumentan gradualmente	Disminuye dramáticamente	Frenada
Agotamiento y contaminación de agua de superficie y subterránea	Aumentan gradualmente	Frenados, extracciones de agua reducidas a niveles sostenibles	Frenados, extracciones de agua reducidas a niveles sostenibles
Integridad y salud de ecosistemas acuáticos	Disminuyen gradualmente	Algo de recuperación	Recuperación rápida
Gobierno			
Instituciones	Insuficiente para resolver conflictos, muy estresadas	Falta de liderazgo mundial	Instituciones sólidas y adecuadas creadas; metas compartidas, amplia participación
Dominio de mercado	Universal	Igual	Universal pero reglamentado
Estructura de poder (internaional y nacional)	Asimétrica pero volviéndose más pluralista	Cada vez más asimétrica	Mucho más pluralista
Conflictos	En todas partes y en aumento	Igual	Prácticamente ausentes
Globalización	Acelerándose	Acelerándose pero desigual	Igual

Fuente: Rijsberman, 2000.

Cuadro anexo 3.2 Supuestos para los tres escenarios de la Visión Mundial del Agua

Variable	Grupo de países/ región	Todo sigue igual	Tecnología, economía et secteur privé	Valores y estilos de vida
Población, 2025	OCDE	Escenario Medio NU	Escenario Medio NU	Escenario Bajo NU
	Ingreso medio	Escenario Medio NU	Escenario Medio NU	Escenario Bajo NU
	Menos desarrollados	Escenario Medio NU	Escenario Medio NU menos 2%	Escenario Bajo NU
Factor uso consuntivo de agua, 2025 ^a	Todos	Puede estar sobre 70%	Menos de 70%	Menos de 70%
Grado de desarrollo de recurso hídrico 2025 ^b	No limitado	No limitado	Ilimité	Menos de 60%
		<i>Total anual</i>	<i>Total anual</i>	<i>Total anual</i>
Crecimiento PIB 1995–2025	Europa Occidental	2.10%	3.32%	1.53%
	Europa Oriental	1.89%	1.42%	4.37%
	CIS	2.15%	2.13%	5.13%
	Mar Aral	2.17%	2.34%	4.50%
	Norteamérica	2.10%	3.32%	0.98%
	Centroamérica	1.77%	1.12%	5.18%
	Suramérica	1.95%	1.80%	4.07%
	Nordáfrica	2.06%	4.07%	6.73%
	Sudáfrica	1.69%	3.54%	5.20%
	África Oriental	1.83%	3.77%	5.92%
	África Occidental	1.96%	3.92%	6.11%
	África Central	1.92%	3.74%	5.18%
	Oriente Medio	1.40%	1.31%	3.89%
	China	4.20%	4.02%	7.69%
	Asia Meridional	3.49%	3.81%	6.65%
	Asia Suroriental	2.98%	3.35%	6.01%
	Japón	0.96%	2.17%	0.12%
	Australia	2.05%	3.27%	1.21%
Crecimiento en área irrigada 1995–2025	Mundial	1.5%	25%	5%
		(0.22% en Brasil, India, y Turquía)	Base IWNI ajustada	Base IWMI ajustada
Crecimiento en área de cereales 1995–2025	Mundial	0.36%	0.31%	0.16%
Crecimiento en rendimiento de granos con irrigación, 1995–2025	OCDE	0.88%	1.50%	1.50%
	Ingreso medio	1.00%	1.80%	2.30%
	Menos desarrollados	0.79%	1.00%	2.30%
Crecimiento en rendimiento de granos en secano, 1995–2025	OCDE	0.30%	0.60%	0.40%
	Ingreso medio	0.30%	0.45%	0.80%
	Menos desarrollados	0.30%	0.30%	1.00%
Crecimiento en eficiencia de irrigación	OCDE	10%	20%	30%
	Ingreso medio	10%	20%	30%
	Menos desarrollados	10%	10%	30%

a. Razón de agua evaporada respecto a suministro primario de agua.

b. Razón de suministro primario de agua respecto a recursos hídricos utilizables.

Fuente: Rijsberman, 2000.