

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
ESCUELA DE PREGRADO DE CICLO BASICO
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Manuel Casanova P.

APUNTES N° 5.

EL AGUA COMO RECURSO NATURAL RENOVABLE

Introducción

Es un hecho bien sabido que la tierra y el agua son los dos recursos (Rs) primarios, no sólo de la agricultura, sino de toda la vida que existe sobre la tierra. Cuando el abastecimiento de agua es suficiente y los suelos son fértiles, la agricultura puede sostener la vida humana civilizada, a condición de que el clima sea favorable. En cambio, la falta del agua necesaria, incluso temporalmente, impide las faenas agrícolas y desencadena la inseguridad alimentaria. En este momento, en que la población del mundo y las necesidades de alimentos están aumentando a un ritmo sin precedentes, es cada vez más difícil incrementar el suministro de agua para los agricultores. La presión cada vez mayor de que son objeto los Rs –vulnerables– de aguas y tierras hace urgente y esencial conseguir una gestión eficaz.

El agua dulce es un recurso limitado, disponible en muchos lugares, aunque no en todas partes, sensible a las influencias externas y a la degradación ambiental, difícil de ordenar debido a su movilidad y costoso de regular. El crecimiento demográfico y el desarrollo socioeconómico determinan un incremento de la demanda y, al mismo tiempo, los cambios que están acaeciendo a nivel mundial y la geopolítica internacional no hacen sino crear una mayor incertidumbre con respecto al agua. El agua está comenzando a escasear al mismo tiempo que aumentan su utilización para actividades diversas. La necesidad y la motivación para ordenar estos Rs no cesará de aumentar. La escasez de agua amenaza aspectos fundamentales de la seguridad humana: la producción de alimentos, la salud del medio acuático y la estabilidad social y política.

En el problema de ordenar unos Rs de agua dulce limitados existen aspectos cuantitativos y cualitativos. Los ríos son desviados de sus cursos naturales y los acuíferos sobreexplotados; arroyos, lagos, estuarios y acuíferos se utilizan para absorber los productos residuales de una gestión descuidada y los suministros de agua adecuada que aún subsisten sufren la amenaza de degradación. Todos estos males han de ser remediados. El agotamiento y la degradación no son inevitables, se cuenta con los conocimientos y Rs necesarios para alimentar a la humanidad de forma sostenible. La tarea que se afronta consiste en poner a contribución los conocimientos y la voluntad para mejorar lo que de otra forma puede convertirse en una crisis.

Si bien es cierto que existen diferentes opciones de política para la gestión de los Rs hídricos, el tema del agua es un tema sensible y la reforma del comportamiento público a este respecto es una tarea difícil que entraña costos políticos y administrativos elevados. Tal vez no será posible alcanzar la perfección y los cambios de política tienen consecuencias a largo plazo y siempre dan lugar a la existencia de ganadores y perdedores. Por ello, aunque los beneficios puedan ser sustanciales, es posible que los cambios no sean aceptables para todas las partes interesadas.

Hay que tener en cuenta que aplicar medidas lleva tiempo. Las decisiones deben basarse en las tendencias probables, tanto a nivel mundial como local, de factores como el crecimiento demográfico, la urbanización, la mundialización, la evolución de la tecnología y la información, la modificación de las influencias culturales y la degradación del medio ambiente. Conseguir que las políticas hídricas y las medidas

necesarias para aplicarlas sean aceptadas exige tiempo, que también se debe conceder tanto a quienes impulsan como a quienes rechazan esos cambios.

La agricultura es la actividad que utiliza un mayor volumen de agua, más de las dos terceras partes de la que proporcionan los ríos, lagos y acuíferos del planeta. A medida que aumenta la población y crecen las economías, el agua va convirtiéndose en un recurso más escaso y valioso. En muchos países, la competencia entre la agricultura, la industria y los núcleos urbanos por los Rs hídricos está limitando ya las iniciativas de desarrollo. Pero, paradójicamente, aunque el agua es cada vez más escasa, en muchas zonas se utiliza todavía de forma muy ineficaz. En algunos lugares hasta el 60% del agua desviada o bombeada para el riego no llega a la zona de cultivos y en las ciudades se distribuye el agua a través de sistemas que registran fugas y a unos consumidores que pagan una cantidad insuficiente (o que no pagan nada) por este recurso. Algunas pérdidas son inevitables pero una parte de ellas son recuperables y reutilizables. Las industrias, las ciudades y la agricultura permiten que el agua sea contaminada y, aunque un cierto grado de polución es inherente a la utilización misma del agua, grandes cantidades de este recurso se pierden por efecto de una contaminación irrecuperable.

El despilfarro en la aplicación del riego no sólo entraña la pérdida de agua, de valor inapreciable, sino que además ocasiona problemas de anegamiento y de salinización. Más del 10% de la superficie mundial de regadío está afectada, en diferentes grados, por la salinización, un fenómeno de amplitud y gravedad crecientes. El vertido de residuos urbanos e industriales y la evacuación de residuos químicos de la agricultura está deteriorando la calidad del agua superficial, y las aguas subterráneas no sólo son contaminadas por elementos procedentes de la superficie, sino que sufren un daño irreparable como consecuencia de la intrusión de agua marina. También resultan afectados los ecosistemas acuáticos de los cursos de agua y de los estuarios que reciben agua en cantidad insuficiente y de escasa calidad.

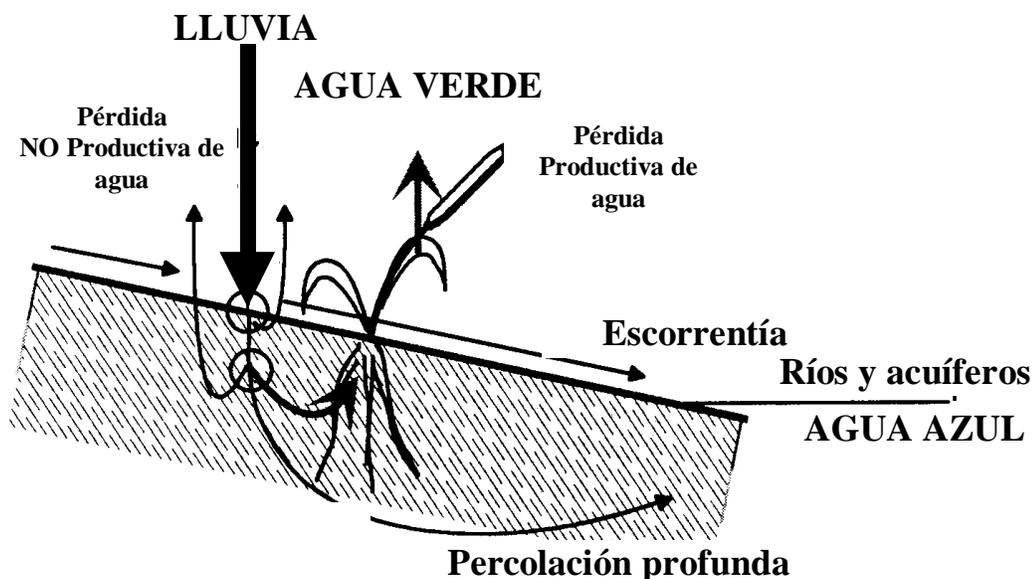
En este momento se está cuestionando la primacía tradicional de la agricultura en la asignación de los Rs hídricos. Se han alzado voces críticas que reclaman a los gobiernos y donantes que reconsideren las consecuencias económicas, sociales y medioambientales de los proyectos de regulación del agua financiados y administrados por el sector público. Pese a las cuantiosas inversiones y subvenciones, el funcionamiento del riego no siempre ha estado a la altura de las expectativas en cuanto al incremento de los rendimientos y la eficiencia en la utilización del agua. La agricultura no sólo es el sector que utiliza un mayor volumen de agua, sino que además tiene un valor relativamente bajo y escasamente eficiente en cuanto al uso del agua, y además está muy subvencionado. La constatación de los límites del volumen de agua dulce renovable que puede producir el ciclo hidrológico obliga a evitar que esta situación continúe en el futuro.

En muchos casos, la agricultura no puede competir económicamente por los escasos Rs de agua disponibles. Dado que las ciudades e industrias están en condiciones de pagar cantidades más elevadas por el agua y obtener una tasa de rendimiento económico más elevada por unidad de volumen, el sector agrícola tiene que demostrar que los suministros de agua que recibe se utilizan adecuadamente para garantizar la seguridad alimentaria. De otro modo, el sector agrícola tendrá que renunciar progresivamente al agua, que se destinará a otros usos, de mayor valor, en las ciudades e industrias. La ironía reside en el hecho de que se espera que en el futuro la agricultura de regadío consiga una producción mucho mayor con un menor volumen de agua. Todavía no se han evaluado con precisión las consecuencias que tendrá para la producción de alimentos la desviación de Rs hídricos de la agricultura a los núcleos urbanos.

La seguridad alimentaria está estrechamente relacionada con la seguridad hídrica. Entre el 30 y el 40% de los alimentos del mundo procede de las tierras de regadío (el 17% del total de tierras cultivadas) y una quinta parte del valor total de la producción de pescado corresponde a la acuicultura de agua dulce. En el próximo siglo, la seguridad y estabilidad de los suministros de alimentos guardarán una estrecha relación con el éxito en la regulación del agua. La regulación de la humedad a nivel del sistema radicular permite

maximizar y estabilizar la producción, garantizando que las fluctuaciones en el régimen de precipitaciones no repercute negativamente en los cultivos, lo que permite obtener todos los beneficios derivados de la introducción de variedades de alto rendimiento y de sistemas de nutrición y protección de las plantas. Para conseguir resultados satisfactorios no bastará con construir más presas y más canales y nivelar y regar superficies más extensas, sino que cada vez será más necesario mejorar la gestión: rehabilitar los sistemas ineficientes y sustituir los sistemas tradicionales propios de una era de abundancia por otros que utilicen una tecnología más desarrollada. Para ello habrá que disponer de fondos y de agricultores y de gestores capaces y cualificados.

La Cumbre Mundial sobre Alimentación ofrece la oportunidad de reflexionar sobre los vínculos indisolubles entre los Rs hídricos y la seguridad alimentaria; de examinar cómo se utiliza en la actualidad el agua en la agricultura; y de impulsar la reflexión crítica, la investigación y la actuación de cara al futuro. Al examinar los Rs hídricos será necesario tener en cuenta todos los aspectos, tanto materiales, como económicos y sociales.



Problemas relacionados con el agua a nivel mundial

El agua, un recurso limitado

El gran volumen de agua contenida en los mares, en los casquetes de hielo y en los glaciares de la Antártida y de Groenlandia, así como en las profundidades subterráneas, no es accesible para poder utilizarla en la agricultura. El agua dulce destinada al consumo humano y a la agricultura procede básicamente de las precipitaciones que recibe la tierra. Sin embargo, la cantidad de agua que se precipita desde la atmósfera no puede ser mayor que la que se evapora en la superficie de la tierra y el agua, incluido el mar. El agua se recicla constantemente como consecuencia de la evaporación producida por la energía solar, y las lluvias y el caudal de los ríos dependen del ciclo anual de las estaciones.

Las precipitaciones anuales sobre la tierra son, en promedio, de 110.000 km³, de los cuales 70.000 km³ se evaporan y vuelven a la atmósfera. A la parte de agua que se evapora se le denomina en ocasiones «agua verde», que es el suministro de agua destinado a la vegetación que no recibe agua de riego, incluidos los bosques y espacios arbolados, las praderas y los cultivos de secano. Alrededor del 26% de esa «agua verde» (18.000 km³) es utilizado ya por los seres humanos, principalmente para la agricultura. El 74% restante

(unos 52.000 km³) sirve para satisfacer las necesidades de agua de todas las demás especies y comunidades naturales asentadas en la tierra.

Una vez descontada la evaporación de las precipitaciones que caen sobre la tierra, quedan 40.000 km³ anuales de agua dulce en lagos, embalses y cursos de agua, así como en los acuíferos, que registran un activo intercambio con las aguas superficiales. Esa «agua azul» está distribuida de forma desigual en el espacio y en el tiempo y tiene una presencia efímera ya que fluye sin cesar para desembocar en un sumidero de agua, como el mar o las marismas. Mientras permanece en la superficie está sometida a un proceso permanente de evaporación. No toda esa agua es accesible: los remotos cursos de agua del Amazonas, el Zaire-Congo y los ríos del Polo Norte, alejados de las zonas donde existe demanda de agua, acumulan aproximadamente el 20% de todo el volumen del «agua azul». Una gran parte de la escorrentía no está disponible cuando se necesita y es difícil de aprovechar, ya que se trata de agua de inundaciones.

Se estima que el caudal de agua realmente accesible para uso humano es de 9.000 km³, a los que hay que añadir 500 km³ de escorrentía regulada por los embalses existentes, lo cual supone una escorrentía anual de 12.500 km³. La regulación del resto de las aguas azules (27.500 km³) para que esté disponible donde y cuando se necesita resulta difícil y costoso a causa del relieve, el alejamiento de los centros de población y desarrollo y las consecuencias sociales y medioambientales de la construcción de presas y otras obras para el aprovechamiento del agua.

El volumen de agua utilizado anualmente en la agricultura, la industria y los servicios municipales, y el correspondiente a las pérdidas registradas en los embalses es, en total, de 4.430 km³, de los cuales el 54% (2.285 km³) se utiliza para el consumo, mientras que el 46% restante vuelve a ser agua disponible, aunque de menor calidad. Una parte del agua superficial disponible debe seguir su curso natural para asegurar la dilución de los efluentes y salvaguardar la conservación del ecosistema acuático. El caudal exacto de agua que debe permanecer en los ríos varía en función de la época del año y de muchos otros factores específicos de cada una de las cuencas fluviales. A reserva de que se comprenda mejor el complejo funcionamiento ecológico de los ríos, esas necesidades se estiman en 2.350 km³. El agua apropiada para uso humano, incluida la que se capta y la que ha de permanecer en los cursos de agua, totaliza 6.780 km³ anuales, es decir, el 54% de la escorrentía accesible.

Así pues, más de la mitad de los Rs hídricos a los que puede accederse fácilmente ya se están utilizando. Teniendo en cuenta las proyecciones relativas a la población y a la demanda de agua, las cifras de los Rs hídricos mundiales indican que la situación empeorará. Como el agua y la población están distribuidas de forma desigual, algunos países y regiones se encuentran ya en una situación crítica y zonas cada vez más extensas de todo el mundo están sufriendo las consecuencias de la escasez de agua dulce y está aumentando la competencia entre los usuarios. A continuación se analiza la situación en relación con los Rs hídricos per cápita.

Utilización del agua para la producción de alimentos

Desde hace mucho tiempo, la mayor parte del agua consumida por el hombre se destina a la agricultura, que actualmente absorbe alrededor del 70% del agua extraída en el mundo. El 30% restante se destina a usos domésticos, municipales e industriales. El clima y la economía influyen en la utilización del agua que se extrae de los cursos naturales. Así, los países industriales de las regiones húmedas y templadas dedican una proporción menor de agua a la agricultura que los países en desarrollo de los trópicos áridos. En estos últimos, la agricultura puede llegar a absorber más del 90% de los Rs hídricos, mientras que en los primeros se dedica a estos usos menos del 30% del agua disponible. El modelo de utilización del agua puede servir como indicador del desarrollo: a medida que aumenta la riqueza, aumenta también el trasvase de agua extraída desde la agricultura a la industria y al sector doméstico.

La mayor parte del agua utilizada en la agricultura se destina al riego de los 250 millones de hectáreas que existen aproximadamente en el mundo. El agua utilizada en la producción se evapora en el proceso biológico de producción del cultivo. El agua destinada al riego pero que, por diferentes razones, no es absorbida por la planta, emerge en su mayor parte como agua de drenaje y recarga el manto freático. El riego influye en la calidad del agua extraída, pero no consumida, al aumentar la concentración salina y la contaminación debida al uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas.

Se estima que la agricultura de regadío produce casi el 40% de los alimentos y productos agrícolas en todo el mundo, en el 17% de las tierras agrícolas, lo cual atribuye una importancia desproporcionada a las zonas de regadío acorde a la seguridad alimentaria mundial. La tecnología de la regulación del agua consigue en formas diversas este notable incremento de la productividad. En general, el riego proporciona agua suficiente a las plantas durante todo el período de crecimiento, facilitando así la obtención de elevados rendimientos. En los trópicos y en las zonas que gozan de un clima adecuado, la regulación del agua puede garantizar una segunda (y a veces una tercera) cosecha anual, si se dispone de agua suficiente. En las regiones húmedas, la agricultura de regadío tan sólo complementa la humedad del suelo que proporcionan las lluvias. Según el clima, las especies cultivadas y la intensidad de cultivo, el volumen de agua utilizado para el riego oscila entre 2.000 y 20.000 m³/ha/año. Considerando que existen amplias variaciones debidas al clima y a la estación, puede estimarse de forma aproximada que el «agua azul» aporta la mitad de la humedad absorbida por los cultivos. Esta es una estimación de la media mundial; en las regiones muy áridas, toda la humedad del suelo absorbida por la planta se suministra por medio del riego.

No es posible sustituir al agua en los procesos de producción biológica. En el Estado de California (Estados Unidos), por ejemplo, la producción de trigo requiere 1,3 m³/kg, la de aceite de soja 22 m³/kg, la de bovinos 16 m³/kg y la de aves de corral 5,8 m³/kg. Estas cifras pueden presentar alguna oscilación en función del clima y de los métodos de producción aplicados en las diferentes regiones. Para la producción de una dieta típica en el Estado de California se necesitan 2.200 m³/per cápita/año, el 64% de los cuales se utilizan en la producción de carne. En Túnez, esa cifra es de 1.100 m³/per cápita/año, el 27% de los cuales se destinan a la producción de carne. En el Estado de California, se estima que el riego aporta más del 70% del agua, y en Túnez casi el 60%. Naturalmente, muchas regiones, incluidas las dos que se han mencionado como ejemplo, importan y exportan alimentos y, por consiguiente, el agua que éstos llevan.

El «agua azul» accesible, el 50% de la cual ya se destina a diversos usos en todo el mundo, no es sustituible en algunas de sus funciones: para beber las personas y abreviar los animales, para la higiene, el lavado, el saneamiento y los servicios municipales, para los procesos industriales, así como para los peces, la vida acuática y el medio ambiente. Por esta razón, tiene mayor valor que el «agua verde», en tanto que bien escaso, y su aplicación es especialmente eficiente para complementar la humedad del suelo cuando faltan las lluvias o éstas son insuficientes. Cuando el agua escasea, los esfuerzos se centrarán en recoger una mayor proporción del agua de lluvia, para suministrarla al sistema radicular de las plantas, con objeto de salvaguardar el «agua azul», más escasa.

En condiciones de escasez de agua, la agricultura ha de competir por unos suministros limitados con otros usuarios –el suministro de agua urbano y municipal, la industria– que tienen un mayor potencial y más peso económico. En las sociedades rurales tradicionales, la adaptación a una situación de escasez creciente de agua y de recurso cada vez más frecuente al comercio para garantizar la seguridad alimentaria puede entrañar dificultades. El proceso de implantación de un nuevo modelo de actividad económica y social en las sociedades rurales requiere tiempo, en ocasiones el paso de varias generaciones. Muchos países que ya sufren escasez de agua o que ven cómo se aproxima esa situación, deben apresurarse a formular las políticas y estrategias y a establecer el marco institucional y jurídico adecuados, así como conseguir la capacidad de gestión necesaria.

La ordenación de los Rs hídricos con el fin de hacer frente a la escasez exige comprender en qué forma el sector del agua está vinculado a la economía nacional. También es importante comprender cómo influyen en estos Rs los instrumentos de política económica en todos los sectores, así como en los planos local, regional y nacional y al nivel de las familias, las explotaciones agrarias y las empresas. Las políticas macroeconómicas y las políticas sectoriales cuyo objeto no es específicamente el sector hidrológico pueden tener efectos estratégicos sobre la asignación de los Rs y sobre la demanda agregada en la economía.

La adopción de medidas para hacer frente a la escasez de agua tropieza con una serie de limitaciones básicas. En efecto, no sólo existe premura de tiempo para afrontar las necesidades crecientes de agua, sino que son pocas las medidas que pueden adoptarse para conseguir aumentar el volumen de agua disponible y cada vez existe mayor competencia por los fondos necesarios para financiar esas medidas. Las iniciativas en vigor son insuficientes y redundan en la pérdida de un tiempo y unos Rs de valor inapreciable para conseguir el agua necesaria. La información de que se dispone, la concientización y la intervención a nivel internacional pueden no resultar eficaces porque los grupos de presión políticos, económicos y ambientales sólo intervienen para corregir las prácticas de utilización insostenibles y desarrollar el potencial de futuros suministros cuando los problemas y conflictos se plantean a nivel nacional y local.

La unidad natural de aprovechamiento del agua es la cuenca fluvial. Las fuentes de agua en una cuenca fluvial son las precipitaciones actuales y anteriores que se han almacenado (la nieve, el hielo y el agua superficial y subsuperficial almacenada en embalses, lagos, el perfil del suelo y los acuíferos); los trasvases desde las cuencas excedentarias a las que padecen problemas de escasez; y el agua desalada. Los procesos debido a los cuales el agua deja de estar disponible son los siguientes: el trasvase del agua a la atmósfera en forma de vapor (evaporación y evapotranspiración); la salinización debido a la mezcla en una masa de agua salada (océanos, lagos salados y acuíferos salinos); y la contaminación del agua por sales y elementos tóxicos que impiden su utilización.

La mayor parte de las veces, el agua extraída de una cuenca hidrográfica retorna, parcial o totalmente, después de haber sido utilizada, al sistema superficial o subterráneo, para convertirse en una fuente secundaria de suministro. La calidad del suministro secundario de agua de drenaje es inferior siempre a la del suministro primario, porque al ser utilizada el agua incorpora sustancias contaminantes y porque el proceso de evaporación a que está sometida ocasiona la concentración de las sales existentes. Así pues, el volumen y la concentración de contaminantes en el agua aumenta sustancialmente a medida que es reciclada en la cuenca fluvial a través de las fases sucesivas. Debido a la complejidad del proceso, las cifras de almacenamiento y extracción de agua pueden resultar engañosas.

La posibilidad de aumentar la eficiencia del agua a nivel de la cuenca fluvial depende de una administración estricta del proceso mediante el cual el agua deja de estar disponible. He aquí algunos de los objetivos que hay que conseguir:

- Aumentar la producción por unidad de agua evaporada.
- Reducir las pérdidas de agua que va a parar a la atmósfera y las masas de agua salada.
- Reducir la contaminación del agua.
- Reasignar el agua de usos de menos valor a otros más valorados

Aumentar la eficiencia del riego –el porcentaje de agua extraída que es absorbida por las raíces de la planta– no entraña necesariamente aumentar el volumen de agua disponible en la cuenca fluvial. El agua subterránea y el agua de drenaje procedente de los sistemas de riego establecidos, de bajo costo y escasa eficiencia, puede ser una fuente de abastecimiento para usuarios situados aguas abajo. La eficiencia de

utilización del agua se incrementa cuando se reduce la evaporación improductiva y se impide que el agua dulce se mezcle con agua salina, por ejemplo, almacenando el agua de las crecidas en un embalse hasta que pueda ser utilizada.

La función del agua subterránea

El agua subterránea desempeña una función importante en la disponibilidad de Rs hídricos. A menudo, el sistema tradicional de evaluación de los Rs hídricos por medio de la escorrentía fluvial pasa por alto este hecho. Un tercio del caudal de los ríos procede de acuíferos subterráneos, los cuales representan el componente más estable del flujo superficial. En las zonas áridas y semiáridas, donde los acuíferos no están conectados sistemáticamente con la red fluvial o donde el agua superficial es rara y está desigualmente distribuida, el agua subterránea puede ser una fuente de abastecimiento. Por lo general, el agua subterránea sirve de protección contra el déficit estacional de lluvias. Sin embargo, en la actualidad se están agotando los acuíferos en algunas de las más importantes regiones productoras de alimentos como consecuencia del bombeo excesivo de aguas subterráneas. Esta tendencia se manifiesta en la mayor parte de las regiones áridas.

Los usuarios –los agricultores, por ejemplo– no pueden bombear indefinidamente agua de los acuíferos a mayor velocidad de la que se recarga. A medida que desciende la capa freática, resulta demasiado costoso continuar bombeando el agua o ésta resulta demasiado salada para irrigar los cultivos. El acuífero puede incluso agotarse completamente. Cuando el uso de agua subterránea excede la recarga natural, el nivel de utilización de agua es insostenible y no puede mantenerse a largo plazo. Además de agotar los suministros, la explotación indiscriminada del agua subterránea puede producir otros efectos irreversibles. En las zonas costeras puede suponer que el agua salada invada los acuíferos de agua dulce, contaminando los suministros y agotando por completo el depósito de agua subterránea. En algunos casos, esto puede acarrear, por efecto de la compactación geológica, una reducción permanente de la capacidad natural del acuífero para almacenar agua.

La contaminación de los acuíferos es un problema cada vez más grave en todo el mundo, especialmente para el suministro urbano. Cuando contaminantes como los nitratos procedentes de la agricultura o productos químicos vertidos por la industria penetran en el depósito de agua subterránea, contaminan el agua dulce almacenada. Restaurar las condiciones de salubridad en los acuíferos contaminados es una tarea que exige mucho tiempo.

La seguridad alimentaria y la seguridad de los Rs hídricos

Se considera que existe seguridad alimentaria cuando todas las familias poseen los medios físicos y económicos para conseguir alimentos suficientes para todos sus miembros y cuando dichas familias no corren el riesgo de perder la posibilidad de acceso a los alimentos. En último extremo, el determinante principal de la seguridad alimentaria es el poder de compra de la unidad familiar. A escala nacional, la seguridad alimentaria implica la autosuficiencia alimentaria, que permite cubrir las necesidades de alimentos mediante una combinación óptima de producción interna y comercio internacional.

En la mayor parte de los países de las regiones cálidas, la disponibilidad de agua per cápita es inferior ya al nivel que permitiría producir localmente los alimentos necesarios para alimentar a la población. En algunos de estos países, es necesario producir localmente alimentos suficientes que permitan hacer frente a una contingencia (una guerra o un embargo) que imposibilite la importación de alimentos. En determinados casos, esta política ha entrañado la explotación de agua fósil –recurso no renovable– para producir cultivos alimentarios de escaso valor. Generalmente, en estos casos los alimentos de producción nacional tienen un precio más elevado que en los mercados internacionales y ello redundaría en perjuicio de la seguridad alimen-

taria de las capas de la población de menores ingresos. La preocupación nacional respecto a la posibilidad de disponer de agua suficiente para la producción de alimentos es también una de las causas que provocan las denominadas «guerras del agua».

La autosuficiencia alimentaria exige que la economía genere las exportaciones suficientes para cubrir el costo de importar los alimentos necesarios para satisfacer las necesidades de la población y exige también que en alguna parte del mundo exista agua disponible para cultivar alimentos suficientes para toda la población del planeta. Dependiendo del comercio comporta algunos riesgos, como el deterioro de las relaciones de intercambio en los mercados mundiales, la incertidumbre en el suministro y la inestabilidad de los precios.

En el contexto de la autosuficiencia alimentaria, la seguridad hídrica se consigue aplicando una política encaminada al desarrollo económico y a la utilización racional y sostenible del agua, que es un recurso limitado. La finalidad de esa política es satisfacer las necesidades de los usuarios de los sectores doméstico y urbano, así como las del comercio, el turismo y la industria, a fin de ofrecer oportunidades de empleo a la población. Sin duda, la falta de agua o el suministro irregular a las zonas urbanas se traduce en inquietud social, tensión política e inseguridad hídrica.

Contribución de la regulación del agua al suministro de alimentos

La regulación del agua y la producción de alimentos

Como ya se ha señalado, del 30 al 40% de los alimentos producidos en el mundo procede de una superficie de regadío que tiene una extensión de 250 millones de hectáreas. Las variaciones regionales, respecto a las tierras agrícolas regadas, son considerables: 38% en Asia, 15% en América Latina y 4% en el África subsahariana. En el mundo en desarrollo, alrededor del 20% de la tierra arable total es de regadío, pero la intensidad del riego varía notablemente de unos a otros cultivos alimentarios. En los países en desarrollo, el incremento promedio del rendimiento en las tierras de regadío, en comparación con el que registran las tierras de secano es importante. Para la mayor parte de los cultivos oscilan entre el 50 y el 200%.

Existen amplias diferencias regionales en cuanto a la intensidad del riego para los diferentes cultivos alimentarios. Las adversas condiciones para la agricultura de secano explican que en el Cercano Oriente y África del Norte los sistemas de producción de alimentos dependan tan fuertemente del riego. En las tierras de regadío se obtiene la cuarta parte de la producción de trigo, todos los alimentos producidos en Egipto y más de la mitad de los que se producen en Iraq e Irán. En cambio, sólo el 10% de la producción agrícola procede de tierras de regadío en América Latina y el Caribe y en el África subsahariana, aunque varios países de esas subregiones, como Chile, el Perú y Madagascar, dependen del riego para una parte importante de su producción agrícola. Sin embargo, es en Asia donde el riego hace una mayor contribución a la seguridad alimentaria mundial.

El potencial de riego

La complejidad de los factores conceptuales y técnicos que intervienen hace difícil establecer el potencial de riego de un país. Aunque las estimaciones arrojan muchas veces resultados muy distintos, todas ellas coinciden en señalar que las posibilidades de expansión del riego son considerables. Ciertos Estudios indican que la superficie de regadío de los países en desarrollo puede aumentar más de 110 millones de hectáreas (el 59%), y que es en Asia donde existen mayores posibilidades de expansión.

Si se aprovechara al máximo el potencial de riego (110 millones de hectáreas) se obtendrían de 300 a 400 millones de toneladas de cereales adicionales, suficientes para garantizar la alimentación básica de 1.500-2.000 millones de personas. Sin embargo, para ello habría que realizar inversiones por valor de 500-1.000

millones de dólares. Además, si la expansión del riego se efectuara al mismo ritmo que en los últimos 30 años, en el 2015 se habrían agotado las posibilidades de expansión; si el ritmo de incremento del riego fuera mucho menor que en los años ochenta, esa situación no se produciría hasta el año 2025.

La sequía y el aprovechamiento del agua

La variabilidad de las lluvias es una característica del clima tan importante como la media anual de las precipitaciones. Unos valores inferiores a la media no corresponden necesariamente a una situación de sequía, que se produce cuando el volumen de las precipitaciones es inferior al normal. En las zonas de lluvias abundantes, una disminución del 50% apenas incide negativamente en la producción agrícola, aunque puede afectar de forma importante al caudal de los ríos («agua azul»). La sequía climatológica responde a unas pautas geográficas y estadísticas complejas. Se habla de sequía agrícola cuando el suministro de agua es insuficiente para satisfacer las necesidades de los cultivos o del ganado. Sin embargo, mientras que la escasez de agua es un rasgo permanente, la sequía es una condición temporal.

La sequía agrícola es una cuestión compleja y para evaluar sus efectos y efectuar la planificación agrícola no sólo hay que tener en cuenta los factores meteorológicos, sino también una serie de datos pormenorizados sobre los sistemas de cultivo, los suelos y la situación general de la economía. Con frecuencia, se produce una sequía invisible, cuyas causas hay que buscarlas no sólo en la climatología, sino en la degradación del medio ambiente. Las situaciones de sequía son frecuentes y agudas en la mayor parte de los países y la mitigación de sus profundos efectos será esencial para conseguir la seguridad alimentaria, la recuperación económica sostenible y el desarrollo.

Generalmente, no se han tenido en cuenta las consecuencias macroeconómicas de los avatares meteorológicos. Los efectos negativos no se dejan sentir sólo en el sector agrario, sino en el conjunto de la economía, pues afectan a la producción industrial, la generación de energía, las rentas del Estado, los ingresos de exportación y el Producto Interno Bruto.

La vulnerabilidad frente a la sequía varía de un país a otro, en función del grado de desarrollo y de muchos otros factores. Entre los países más vulnerables figuran aquellos cuyas economías se hallan en las primeras fases de la transición de una agricultura de subsistencia a una economía agraria más moderna y productiva firmemente basada en el consumo urbano. A medida que aumenta la población son más las personas que se encuentran en situación de riesgo y la degradación y explotación progresivas pueden poner en peligro la base de Rs naturales. Los mecanismos de los efectos de la sequía sobre las sociedades humanas y sobre la agricultura son bien conocidos y durante los últimos veinte años se han perfeccionado los sistemas de alerta y la disposición para afrontarla.

La falta de coincidencia en la secuencia cronológica de años buenos y malos dentro de países que sufren de sequía parece indicar que en las grandes regiones climáticas de ciertos continente existen regímenes de lluvias diferentes entre los cuales no existe, en ocasiones, una relación. Sin embargo, se advierten algunas pautas generales, que pueden expresarse en términos de variabilidad y persistencia:

- Variabilidad. Como se ha indicado anteriormente, las precipitaciones son más variables en las zonas áridas y semiáridas que en los climas más húmedos.
- Persistencia. La persistencia es una inercia típica que afecta a muchas variables climáticas. Los años buenos y malos no se registran de forma aleatoria, sino que tienden a agruparse. Esto tiene repercusiones importantes desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, ya que hace necesario almacenar los alimentos y el agua durante un período de varios años desfavorables. En las zonas de pastoreo, es imposible reconstituir la cabaña si los años buenos están separados por varios años malos sucesivos.

Características hidrológicas generales

Ambientes áridos

1. Lluvias intensas, erráticas y de corta duración.
2. El suelo nunca está húmedo en alguna o parte del perfil por más de 90 días anuales consecutivos.
3. Agua superficial profunda o no, casi o nunca contribuye al flujo superficial o escorrentía.
4. Flujo de escorrentía efímero o casi efímero.
5. Cubierta vegetal discontinua y esparcida.

Ambientes húmedos

1. Lluvias frecuentes, de intensidad variable
2. El suelo no está seco en alguna parte del perfil por más de 90 días anuales consecutivos
3. Agua superficial profunda o no, siempre contribuye o amenudo al flujo superficial o escorrentía.
4. Flujo de escorrentía permanente o casi permanente.
5. Cubierta vegetal densa a continua.

Adaptación tecnológica

La tecnología no puede resolver todos los problemas del sector, pero es un instrumento indispensable para aumentar la producción de alimentos. Muchos de los sistemas de riego existentes fueron concebidos 50 u 80 años atrás y todavía utilizan la misma tecnología. Ahora que la edad electrónica ha llegado ya al sector del aprovechamiento del agua se presentan nuevas oportunidades. La tecnología moderna de las comunicaciones y de la regulación de las aguas sirve de apoyo a un sistema operativo orientado al servicio en oposición a un sistema que se orienta al abastecimiento. Estas tecnologías responden a la demanda de los agricultores que desean contar con servicios más flexibles de ordenación de aguas, que permitan una mayor diversificación de cultivos y una producción orientada hacia el mercado. La característica distintiva de los sistemas modernos es el concepto de servicio. El abastecimiento de agua es un servicio que debe ser, en todo lo posible, conveniente y flexible para los usuarios, quienes a su vez sufragan el costo del servicio deseado.

Hay muchas formas diferentes de modernización. Las observaciones y análisis de las recientes tendencias tecnológicas indican que el perfeccionamiento de los sistemas de riego, que reflejan la tendencia a pasar al funcionamiento orientado al servicio y no al suministro, puede contribuir mucho a lograr un funcionamiento ambiental y económicamente sostenible. Estas incluyen:

- mejoramientos estructurales de los sistemas principales mediante el uso de equipos y materiales nuevos
- tecnología moderna de regulación de las aguas
- sistemas integrados de aprovechamiento del agua.
- proyectos descentralizados con mejores sistemas de distribución y aplicación

Sólo en ciertas ocasiones es posible proceder a la transferencia directa de tecnología; en muchos casos es necesario efectuar ciertas adaptaciones a las condiciones locales mediante la investigación aplicada. Un elemento importante de la investigación es la elaboración de métodos apropiados de diagnóstico para determinar los objetivos particulares y los obstáculos a la modernización. Se necesita también con urgencia

contar con información fidedigna sobre los resultados obtenidos con los sistemas de riego modernos. Deberán determinarse las prioridades de investigación en relación con las necesidades concretas de cada país. Es necesario esforzarse aún más por analizar la experiencia concreta y sacar conclusiones generales que sirvan de apoyo a la transferencia de métodos y tecnologías de eficacia ya demostrada.

Algunos métodos adecuados de aprovechamiento del agua

En todo el mundo se han elaborado nuevos sistemas de aprovechamiento del agua de segunda generación. Por regla general poseen algunos elementos indispensables para el éxito.

Riego de bajo volumen y alta frecuencia

En los últimos años se ha registrado una revolución en la ciencia y el arte del riego. Se ha logrado un conocimiento más amplio de las relaciones interactivas que rigen el régimen de suelos-cultivos-agua, tal como es afectado por el clima y por los métodos de riego. Estos adelantos científicos han coincidido con una serie de innovaciones técnicas en la metodología de la regulación de las aguas que han permitido establecer y mantener, casi continuamente, condiciones prácticamente inmejorables de humedad del suelo. Entre estas innovaciones ocupan un lugar primordial las técnicas de aplicaciones de elevada frecuencia y bajo volumen de agua (y nutrientes) como una respuesta precisa y oportuna al cambio que han sufrido las necesidades agrícolas. La creación de sistemas de aplicación del agua relativamente poco costosos, instalados de manera permanente o estacional, así como el establecimiento de instrumentos auxiliares de autocontrol, han eliminado aparentemente algunos de los principales obstáculos económicos que se oponía a la adopción extensiva del riego de alta frecuencia.

Si se les aplica adecuadamente, los nuevos métodos de riego pueden aumentar los rendimientos y reducir la pérdida de agua (por escorrentía, evaporación y por infiltración excesiva), reduciendo así el drenaje necesario y fomentando la integración del riego con otras operaciones indispensables (por ejemplo, fertilización, trabajo del suelo y control de plagas). Se ha hecho más factible el aprovechamiento del agua salobre, y lo mismo ha sucedido con el riego de suelos de textura gruesa y de tierras inclinadas, arenosas o pedregosas que antes se consideraban improductivas. Estos progresos y sus consecuencias habrían sido prácticamente imprevisibles en las publicaciones sobre riegos de anteriores decenios.

A pesar de todos los adelantos todavía subsisten sistemas anticuados e ineficientes en muchas zonas sometidas a riego. En el plano mundial, las tecnologías modernas se han aplicado sólo a un 3% de las tierras de regadío. En muchos lugares la ineficiencia se perpetúa como consecuencia de normas impuestas institucionalmente que se basan en aplicaciones excesivas del agua y que, por consiguiente, son perjudiciales. Sin embargo, la inercia institucional y las actitudes conservadoras son sólo una parte del problema. Algunos de los nuevos sistemas de riego establecidos en los países industrializados son demasiado mecanizados, complejos, de un uso intensivo de energía y contruidos en gran escala, por lo cual no son directamente aplicables en las condiciones de limitación de capital y limitación de tecnología que prevalecen en los países no industrializados, en los que a menudo la agricultura se practica en pequeña escala y los costos relativos de la mano de obra y el capital son muy diferentes.

En general, las mayores posibilidades de mejorar la eficiencia del abastecimiento de agua consisten en un sistema que transporta el agua en conductos cerrados y suministra determinadas cantidades de agua con arreglo a la demanda, a un ritmo calibrado para atender las necesidades agrícolas permanentes y al mismo tiempo impedir el desperdicio, la salinidad y el alza de la capa freática. En forma análoga, la estrategia más alentadora para mejorar la eficiencia de la utilización del agua es al parecer un régimen de bajo volumen, baja presión, alta frecuencia, riego parcial aplicado a cultivos adecuados de altas posibilidades de rendimiento.

Captación de aguas

La captación de aguas es una técnica antigua basada en un concepto simple: recoger la escorrentía procedente de una cuenca de captación más grande y concentrar el agua en una zona de conservación más pequeña a fin de aumentar el contenido de agua del suelo. Por otra parte, el agua de escorrentía puede almacenarse también en tanques, estanques y cisternas, para el consumo doméstico, para dar de beber al ganado o para el riego en pequeña escala. El agua de escorrentía puede recogerse de los techos y superficies de terrenos, así como de cursos de agua intermitentes o efímeros. En un contexto de escasez de agua, la captación aumenta la oferta porque, en otro caso, la mayor parte del agua recogida se evaporará en la superficie o por acción de la vegetación natural, o como consecuencia de avenidas.

El rendimiento y la fiabilidad de la producción agrícola de las zonas semiáridas pueden mejorarse considerablemente con la captación del agua. Muchos proyectos han dado como resultado un aumento del rendimiento 3 ó 4 veces superior al obtenido con el cultivo de secano. El agua almacenada, si se le combina con métodos eficientes de riego, por ejemplo, riego por goteo y riego manual, permite el cultivo de productos de alto valor en zonas donde no se dispone de otras fuentes de agua.

Los costos de los proyectos de captación de agua varían mucho. Aunque el costo en efectivo es limitado, si se utilizan métodos de construcción con gran densidad de mano de obra, inicialmente las necesidades en esta esfera oscilan entre 70 y 150 días laborables/hectárea, dependiendo de las condiciones naturales y de las técnicas de recolección utilizadas. Las necesidades de mano de obra a efectos del mantenimiento pueden variar entre 20 y 40 días laborables/hectárea/año. Sin embargo, los adelantos tecnológicos recientes puede acelerar la aplicación y al mismo tiempo reducir las necesidades de mano de obra, que sigue siendo uno de los principales obstáculos a la adopción en gran escala del sistema de captación del agua. Además, con la introducción de sustancias baratas y duraderas de tratamiento del suelo será posible tratar zonas más grandes a fin de aumentar las tasas de escorrentía de superficie.

No existen estimaciones fidedignas de todas las posibilidades que ofrece el desarrollo del sistema de captación de aguas. Aunque, hay pruebas suficientes para afirmar que los sistemas de zonas de captación medianas o pequeñas podrían desempeñar un papel importante en el aumento de la producción de alimentos en las zonas semiáridas. El proceso de desertificación muy extendido en estas regiones ha creado grandes superficies desnudas sumamente difíciles de repoblar con vegetación. Estas superficies rinden grandes cantidades de agua de escorrentía que podría utilizarse con sistemas medianos o microsistemas de captación de aguas, especialmente con sistemas de conductos en laderas para el riego de huertos.

Los sistemas de captación de agua funcionan desde hace siglos en los países del Cercano Oriente, lo que prueba que son sostenibles. Sin embargo, las actuales condiciones sociales y económicas de los agricultores en los países áridos y semiáridos son diferentes. Muchos sistemas de captación de aguas contruidos recientemente han sido abandonados a pesar de sus ventajas obvias. No se está aceptando esta tecnología en el grado que se había previsto. Ha llegado tal vez el momento de volver a evaluar la captación del agua desde el punto de vista del sistema agrario, teniendo en cuenta el rendimiento potencial en varios niveles de insumos, el riesgo de las pérdidas de las cosechas, el dinero en efectivo disponible al nivel del hogar y las necesidades de mano de obra. Se conocen perfectamente las posibles soluciones de la mayoría de los problemas técnicos asociados con la captación del agua. Los progresos hechos en la teledetección, la hidrología y suelos han ayudado a identificar zonas interesantes para la instalación de estos sistemas. Debe procederse ahora a investigar y desarrollar los aspectos económicos e institucionales así como las políticas gubernamentales de apoyo. Los gobiernos deberían reconocer la promoción de la captación de aguas como parte importante del desarrollo rural, y estos planes deberían ser parte integrante de toda política de aprovechamiento del agua y de desarrollo agrícola de los países áridos y semiáridos.

Fuente: FAO, 1996. Producción de alimentos: función decisiva del agua. Doc. técnico de referencia N°7.