

# Agua, alimento para la tierra



**IICA**



Instituto Interamericano de  
Cooperación para la Agricultura



**Instituto Interamericano de  
Cooperación para la Agricultura**

# **Agua,** alimento para la tierra

**Gertjan Beekman, Salvador Cruz Majluf, Nelson Espinoza,  
Eleno García Benevente, Cesar Herrera Toledo, Daniela  
Medina Hidalgo, David Williams, Miguel García-Winder**

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2014



Agua, alimento para la tierra por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.  
Basada en una obra en [www.iica.int](http://www.iica.int).

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

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

Coordinación editorial: Miguel García  
Corrección de estilo: Máximo Araya  
Diseño de portada: Gabriela Wattson  
Diagramación: Gabriela Wattson  
Impresión: Imprenta del IICA

Agua, alimento para la tierra / Gertjan Beekman... [et.al] – San José, C.R.: IICA, 2014.

xxviii p., 106 p.; 15.2 cm x 22.8 cm

ISBN: 978-92-9248-512-2

1. Agua 2. Recursos hídricos 3. Uso del agua 4. Recursos naturales. 5. Conservación de aguas. 6. Seguridad alimentaria 7. Cambio climático 8. Políticas 9. Ministerios 10. América Latina  
I. Beekman, Gertjan II. IICA III. Título

AGRIS  
P10

DEWEY  
333.91

San José, Costa Rica  
2014



# Índice

<b>Listas de cuadros, figuras y recuadros</b>	<b>v</b>
<b>Siglas</b>	<b>vii</b>
<b>Presentación</b>	<b>xi</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>xiii</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>xv</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II. Situación del agua en el hemisferio americano</b>	<b>5</b>
A. Disponibilidad de agua	5
B. Principales usos del agua en el hemisferio	9
C. Infraestructura y almacenamiento	12
D. Aguas subterráneas y acuíferos transfronterizos	13
<b>III. Agua para la agricultura: impactos del cambio climático</b>	<b>17</b>
<b>IV. Uso del agua en la agricultura de las Américas</b>	<b>25</b>
A. Agricultura de secano	27
B. Agricultura de riego	31
C. La huella hídrica de las actividades agrícolas	34
D. Manejo de la contaminación hídrica que causa la agricultura	36
<b>V. Innovaciones para mejorar la productividad del agua en la agricultura</b>	<b>39</b>
A. Productividad del agua en la agricultura	39
B. Mejoras en la eficiencia de las plantas para utilizar el agua	41

C. Mejoramiento en la utilización del agua en las unidades de producción	42
D. Mejoras en la conducción y el suministro del agua	45
E. Innovaciones en el manejo de cuencas	46
<b>VI. Aspectos institucionales que influyen en el uso del agua en la agricultura de las Américas</b>	<b>49</b>
<b>VII. Recomendaciones</b>	<b>59</b>
A. Recomendación 1: Impulsar el fortalecimiento institucional de los ministerios de agricultura	60
B. Recomendación 2: Promover la gestión integrada del agua para lograr la sustentabilidad agrícola y enfrentar los retos del cambio climático	61
C. Recomendación 3: Fortalecer la innovación para mejorar la productividad de los recursos hídricos en la agricultura	63
D. Recomendación 4: Fortalecer la formación de recursos humanos en los nuevos paradigmas para la agricultura	64
<b>Bibliografía</b>	<b>67</b>
<b>Anexos</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 1:</b> Caracterización regional del agua para la agricultura	73
<b>Anexo 2:</b> Experiencias en países de América que muestran un uso integral del agua en la agricultura en preparación al cambio climático	83
<b>Anexo 3:</b> Infraestructura hidráulica en países del continente americano	91
<b>Anexo 4:</b> Ejemplos de la institucionalidad que regula el uso del agua en la agricultura en países seleccionados del continente americano	97
<b>Sobre los autores</b>	<b>101</b>

## Lista de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Disponibilidad de agua en el continente americano	8
<b>Cuadro 2.</b> Principales usos del agua extraída en el continente americano	9
<b>Cuadro 3.</b> Superficies agrícolas bajo riego y de secano en países seleccionados del continente americano (datos circa 2010)	28
<b>Cuadro 4.</b> Huella hídrica global promedio de algunos de los principales cultivos agrícolas	35
<b>Cuadro 5.</b> Huella hídrica global promedio de los principales productos de origen animal	36

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Cambios en la precipitación pluvial proyectados hacia el final del siglo XXI como consecuencia del cambio climático	21
--	----

## Lista de recuadros

<b>Recuadro 1.</b> Manejo integral de los recursos hídricos	3
<b>Recuadro 2.</b> El agua en zonas rurales con actividad agrícola y minera	11
<b>Recuadro 3.</b> Productividad del agua	40
<b>Recuadro 4.</b> Contribuciones de la biotecnología para mejorar la productividad del agua	43

<b>Recuadro 5.</b>	Gobernabilidad en la gestión de los recursos hídricos	50
<b>Recuadro 6.</b>	Cambios realizados en el Ministerio de Agricultura de Perú que evidencian la importancia del agua en la agricultura	52
<b>Recuadro 7.</b>	Argentina: focalización de esfuerzos a nivel provincial y territorial para mejorar la gestión integral del agua en la agricultura	53



# Siglas

ALC	América Latina y el Caribe
ALIGN	Arable Lands Irrigated and Growing for the Nation (Jamaica)
AMA	Agricultural Management Assistance (NRCS-USDA)
ANA	Agencia Nacional de las Aguas (Brasil), Autoridad Nacional del Agua (Perú)
AQUASTAT-FAO	2013 Sistema de Información Acuático Global de la FAO
ASA	Articulação do Semiárido (Brasil)
ASADA	Asociación Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes (Costa Rica)
AWEP	Agricultural Water Enhancement Program (USDA)
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (Costa Rica)
BMZ	Bundesministerium Für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (Alemania)
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CAS	Consejo Agropecuario del Sur
CCCCC	Caribbean Community Climate Change Centre (Dominica)
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CE	Comité Ejecutivo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CNR	Comisión Nacional de Riego (Chile)
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua (México)
CONDESAN	Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina
COOTAD	Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (Ecuador)
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
DACC	Proyecto de Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático (Uruguay)
DGA	Dirección General de Aguas (Chile)
DGI	Departamento General de Irrigación (Argentina)
DRH/PRONAGRI	Dirección de Recursos Hídricos/Programa Nacional Asistencia a la Agroindustria (Honduras)
EA-GIRH	Estrategia Andina para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
ECADERT	Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial
ECGIRH	Estrategia Centroamericana para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
EPA	Agencia de Protección del Medio Ambiente (Estados Unidos)
ERAS	Estrategia Regional Agroambiental y de Salud
ERCC	Estrategia Regional de Cambio Climático
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GAD	Gobiernos autónomos descentralizados (Ecuador)
GIRH	Gestión integrada de los recursos hídricos
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Alemania)
GM	Modificado genéticamente
GWP	Global Water Partnership
ICAA	Iniciativa de Conservación de la Amazonía Andina
IFPRI	Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias
IHP	Programa Hidrológico Internacional
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina)

IPPC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ISARM	Programa de Gestión de los Recursos Acuíferos Internacionalmente Compartidos (UNESCO-IHP)
JIA	Junta Interamericana de Agricultura
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGA	Ministerio de Agricultura y Ganadería (Guatemala)
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (Ecuador)
MAPA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (Brasil)
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (Uruguay)
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario (Panamá)
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía (Costa Rica)
MINAM	Ministerio del Ambiente (Perú)
MMA	Proyecto Nacional de Irrigación y Drenaje de Mahaica, Mahaicony y Abary (Guyana)
NDIP	Programa Nacional para el Desarrollo de la Irrigación (Jamaica)
NRCS	Natural Resources Conservation Service (USDA)
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
PIMC	Programa Um Milhão de Cisternas (Brasil)
PACA	Política Agrícola Centroamericana
PCGIR	Política Centroamericana de Gestión Integral del Riesgo
PIB	Producto interno bruto
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (Brasil)
PRAA	Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales
PROCISUR	Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur
PROSAP	Programa de Servicios Agrícolas Provinciales
SEAM	Secretaría del Ambiente (Paraguay)
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua (Ecuador)

SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (Costa Rica)
SICA	Sistema de Integración Centroamericano
SIG	Sistema de información geográfica
TAC	Comité Asesor Técnico (GWP)
TCP	Programa de Cooperación Técnica (FAO)
UCAR	Unidad para el Cambio Rural (Argentina)
UE	Unión Europea
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
WRA/WASA	Agencia de Recursos Hídricos/Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (Trinidad y Tobago)
WWF	World Water Forum



# Presentación

**L**a agricultura está llamada a jugar un papel preponderante para el futuro de la humanidad, no solo porque los alimentos, las fibras y gran parte de la energía que se requerirán en el futuro se producirán mediante esa actividad, sino también por las contribuciones que hará a la conservación de los recursos naturales y de la biodiversidad.

El agua y la agricultura están indisolublemente unidas. Desde el inicio de la domesticación de las plantas, el ser humano buscó cómo hacerlas más productivas y pronto descubrió que, haciéndoles llegar agua de calidad regularmente, crecían más y producían una mayor cantidad de alimentos. Desde ese momento, asegurar un suministro apropiado de agua para las plantas y los animales, tanto en términos de cantidad como de calidad, se convirtió en una de las principales preocupaciones de la agricultura.

La necesidad de llevar agua a las plantas propició el desarrollo de grandes innovaciones orientadas inicialmente a utilizar mejor el agua de lluvia, pero que poco a poco se fueron materializando en el diseño y la construcción de sistemas de riego y obras de ingeniería, en importantes avances en el conocimiento de la fisiología y en el mejoramiento genético de plantas y animales, que dieron como resultado la gama de cultivos, alimentos, fibras y otros productos que hoy son básicos para la existencia humana.

Desafortunadamente, el avance de la humanidad no ha sido un proceso sin costos. Muchas de las actividades humanas, ya sea por desconocimiento, ignorancia, necesidad o ambición, han resultado en graves daños a los ecosistemas y en pérdidas irreversibles de biodiversidad.

Los impactos negativos de la agricultura, también se han manifestado en la pérdida de suelos y en la contaminación del agua. Son muchos los ejemplos que pueden encontrarse de estos impactos, debidos especialmente a la expansión desmedida de la agricultura y al uso de prácticas adversas a la naturaleza.

Asimismo, el aumento de la población humana, la expansión de las zonas urbanas y el crecimiento de otras actividades económicas han traído, como consecuencia lógica, una presión competitiva por los recursos naturales, que aunada a los evidentes impactos del cambio climático, ha generado retos nunca antes vistos en la historia del ser humano. Uno de esos retos es producir los alimentos, las fibras y la energía que la sociedad requiere, en un contexto de menor disponibilidad de recursos naturales, de mayor presión por su conservación y de más variabilidad climática.

El presente trabajo, que ha sido elaborado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) con aportes de profesionales de la República Argentina, de otros países miembros del IICA y de diversas instituciones, así como de profesionales expertos consultados ex profeso para este fin, tiene como propósito informar a los ministros de agricultura de los países miembros del IICA sobre áreas de oportunidad que le permitirán a la agricultura del continente americano cumplir con el triple propósito de asegurar el abasto de alimentos, contribuir a la sustentabilidad de los recursos naturales e impulsar el desarrollo incluyente en los países de nuestro hemisferio.

Reconocemos que este trabajo solo toca la “punta de un iceberg”, cuya complejidad obliga a profundizar en el tema del agua en la agricultura mediante la acción coordinada y permanente de los gobiernos, el sector privado, los agricultores, otros usuarios del agua y la sociedad en general.

Confiamos en que las propuestas aquí presentadas ayudarán a los ministros de agricultura a consolidar su liderazgo y a promover iniciativas que aseguren de forma sostenible el suministro del agua, tanto en términos de cantidad como de calidad, a la noble actividad de la agricultura.

**Dr. Víctor M. Villalobos A.**  
*Director General, IICA*



# Agradecimientos

Los autores agradecen al Director General del IICA, Dr. Víctor Villalobos A., por la confianza y el apoyo que nos brindó para la elaboración de este documento, así como al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina, en especial al Dr. Maximiliano Moreno y a todo su equipo de colaboradores, por las invaluable contribuciones, revisiones y críticas constructivas a este documento.

Agradecemos de manera especial a todos los Representantes del IICA en los países miembros, quienes, con su tradicional dedicación, hicieron posible el relevamiento de información sobre el uso de agua en la agricultura en los países del hemisferio y quienes han acogido la tarea de mejorar el uso del agua en la agricultura como una labor de importancia para el futuro.

A los miembros del Comité Ejecutivo del IICA, les agradecemos sus comentarios y críticas, que resultaron en un documento más amplio, incluyente y con visión hemisférica.

También les brindamos un agradecimiento especial a Manuel Otero, Hernando Riveros, Carlos Pomareda, Daniel Rodríguez, Kelly Witkowski, Joaquín Arias, Emilio Rus, Adriana Campos y Héctor Iturbe, por haber dedicado tiempo a la revisión de las diversas versiones del documento y por sus acertados comentarios.

Finalmente, agradecemos a Máximo Araya, nuestro editor, por la corrección de estilo de este documento, así como a Doreen Preston, coordinadora de la Unidad de Idiomas del IICA, y a todo su equipo, por su traducción.





# Resumen Ejecutivo

**L**a agricultura está llamada no solo a producir los alimentos, las fibras y la energía que la humanidad demandará en el futuro, sino también a contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de las zonas rurales y del uso y la conservación de los recursos naturales. Dada la dependencia que la agricultura tiene del agua, se requiere encontrar nuevos paradigmas para revitalizar la actividad agrícola en un escenario de menor disponibilidad de agua, de mayor competencia por este líquido y de mayor conciencia social sobre la necesidad de proteger ese recurso. El presente trabajo tiene como objetivo identificar áreas de oportunidad para construir una agenda hemisférica americana focalizada en mejorar el uso del agua en la agricultura mediante un manejo integral de los recursos hídricos.

## Situación del agua en el hemisferio

El continente americano, con una superficie aproximada de 42.3 millones de km<sup>2</sup> y más de 900 millones de habitantes, posee una relativa abundancia de recursos hídricos (46% de los recursos hídricos mundiales) y de precipitación pluvial (un promedio de 1084 mm anuales). Sin embargo, la distribución de estos recursos y la disponibilidad de agua per cápita son inequitativas en el hemisferio, con precipitaciones altamente estacionales y tasas de disponibilidad de agua per cápita que varían grandemente, tanto entre los países como dentro de ellos.

Se estima que la tasa de extracción de agua en los países del hemisferio varía desde menos del 1% hasta más del 15%, de la cual cerca del 70% es usada por la agricultura. Dados los cambios demográficos y el desarrollo de otras actividades económicas, en la región ha aumentado la competencia intersectorial por ese recurso, lo que obliga a los países a incrementar y mejorar sus capacidades de extracción, captación, conservación, almacenamiento, distribución, purificación y reciclaje de agua, así como a contar con arreglos político-institucionales modernos y eficientes para su gestión.

En los países del continente americano, existe una infraestructura importante para el manejo del agua, integrada por presas, represas, bordos, canales y compuertas. Hace falta, sin embargo, un conocimiento preciso de su estado y de las necesidades de nueva infraestructura. Urge, por lo tanto, contar con sistemas de información dinámicos que permitan conocer el estado de la infraestructura hídrica.

Un importante recurso de la región lo representan los acuíferos subterráneos y transfronterizos, cuya gestión debe recibir atención prioritaria, con el objeto de garantizar su sustentabilidad y evitar su contaminación.

En síntesis, la riqueza y la diversidad ecológica, social, económica y política de la región ofrecen la oportunidad para identificar modelos de gestión del recurso hídrico que pueden ser compartidos entre los países, lo que posibilitará el fortalecimiento de sus políticas públicas, planes de inversión y sistemas de innovación.

## **Agua para la agricultura: efectos del cambio climático**

El cambio climático es inequívoco y constituye una amenaza global, por lo que se requieren urgentemente acciones para adaptarse a él y para mitigarlo. Entre los fenómenos más significativos que pueden resultar del cambio climático y que afectan a la agricultura, se encuentran las inundaciones, las sequías, las heladas, las olas de calor y las tormentas de granizo, así como las variaciones en la intensidad y frecuencia de los huracanes y en el equilibrio entre la temperatura

y las precipitaciones. América Latina y el Caribe (ALC) es una región particularmente sensible a fenómenos meteorológicos extremos.

Los problemas causados por la variabilidad climática no solo afectarán los patrones de temperatura y precipitación, sino que también tendrán impactos en la capacidad de especies animales y vegetales para producir y en la distribución de la población humana, lo que afectará particularmente a los pobres.

La agricultura es afectada por el cambio climático, pero también influye en él mediante la producción de “gases de invernadero” (se estima que a la agricultura contribuye con cerca del 14% de las emisiones de esos gases a nivel global) y los impactos que causa en el suelo, el agua y la biodiversidad, que alteran los ciclos de carbono y agua, lo que a su vez contribuye a aumentar la temperatura atmosférica. En contraposición a esos efectos, la agricultura amortigua los efectos del cambio climático, pues frena la desertificación, ayuda en la infiltración de agua, contribuye a conservar la biodiversidad y mejora la captación de carbono, entre otros aportes.

Se espera que como consecuencia del cambio climático varíe la vocación de las tierras; por ejemplo, que disminuya el volumen actual de tierras con vocación agrícola en las regiones cálidas y húmedas y que cambie la vocación actual de tierras en las zonas templadas, de modo que puedan sembrarse cultivos en zonas donde hoy las temperaturas no lo permiten. El impacto del cambio climático también variará en función de la escala y la capacidad técnica del productor, por lo que se estima que los más afectados serán los productores pequeños, con un acceso limitado a bienes productivos y ubicados en regiones vulnerables.

Dado lo anterior, se deberán desarrollar e implementar sistemas innovadores de producción en los que el uso del agua será un asunto prioritario. De no realizarse acciones de manera inmediata, algunos escenarios sugieren que la producción de alimentos podría caer en más de 25% en el año 2050.

## **Uso del agua en la agricultura de las Américas**

En el continente americano, la agricultura se practica mediante una gran diversidad de formas y con la participación de múltiples actores,

por lo que existe desde la agricultura trashumante y de subsistencia hasta la gran agricultura empresarial. La estructura agraria de los países y los derechos de propiedad influyen en la forma como se usa el agua en la agricultura.

Se estima que en ese continente más de 390 millones de hectáreas se cultivan bajo agricultura de secano. A pesar de su expansión territorial y de la generación de altos rendimientos en algunos cultivos y regiones, por lo general la productividad de la agricultura de secano es más baja que la de la agricultura de riego. Por ejemplo, se estima que la productividad de los cereales cultivados bajo secano es cercana al 65% de la productividad que se logra bajo riego.

Para mejorar la productividad de este tipo de agricultura, se requieren innovaciones en prácticas culturales y tecnologías, así como el rescate de conocimientos tradicionales que existen en el hemisferio en cuanto a sistemas de cultivo, que han demostrado ser efectivos para lograr un equilibrio entre la cantidad de agua utilizada en la agricultura y su disponibilidad. Para lograr mejoras en la productividad de ese tipo de agricultura, se podrán realizar acciones como las siguientes: i) promover la cosecha de agua, la conservación de agua in situ y el manejo integral del agua de lluvia; ii) continuar invirtiendo en investigación científica y tecnológica para desarrollar nuevas variedades (particularmente las que puedan soportar mejor las sequías o el exceso de agua y optimizar la utilización de esta) y prácticas de uso de agua y conservación de suelo; y iii) revisar y, en caso necesario, modificar las políticas públicas en esta materia, considerando la implementación de incentivos que sean otorgados con base en la sustentabilidad del recurso hídrico, la productividad de la agricultura y la conservación del entorno.

Por otra parte, en el continente americano existen aproximadamente 44 millones de hectáreas cultivadas con agricultura de riego, lo que representa el 12% del total de hectáreas cultivadas en la región. En general, la tasa de eficiencia del uso del agua de riego es inferior al 40% y el riego enfrenta complejos retos, a pesar de ser una de las múltiples herramientas que podrán utilizarse para combatir los efectos del cambio climático.

Conforme han aumentado las presiones sobre el recurso hídrico, se ha tratado de desarrollar metodologías para evaluar y cuantificar la

cantidad de agua utilizada en las actividades humanas, incluida la agricultura, y proporcionar elementos que permitan tomar decisiones para mejorar la gestión del recurso, invertir más inteligentemente en esta área, mejorar los procesos productivos y fomentar el diseño de políticas públicas adecuadas. De manera general, la “huella hídrica” es un indicador empírico de cuánta agua es consumida en determinado espacio geográfico y temporal, medida a lo largo de la cadena de abastecimiento de un producto. Existen múltiples estimaciones de esa “huella”, tanto para producciones agrícolas como para actividades ganaderas, que sugieren oportunidades de intervención para hacer un mejor uso del agua en la actividad agrícola. Sin embargo, es importante hacer notar que esas mediciones son solo parte de las múltiples herramientas que pueden ser utilizadas para ese fin.

La agricultura se desarrolla en una “simbiosis” de tierras y aguas y es, al mismo tiempo, causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Es causa, por la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y subterráneas; por la pérdida neta de suelo, como resultado de prácticas agrícolas inadecuadas, y por la salinización y el anegamiento de las tierras de regadío. Es víctima, por el uso de aguas residuales y por la contaminación que otras actividades hacen a las aguas superficiales y subterráneas, lo que afecta a los cultivos y aumenta la posibilidad de transmisión de enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas. Para solucionar estos problemas, además de innovaciones tecnológicas, se requieren sistemas de información y datos confiables, precisos y actualizados sobre la calidad y la cantidad de agua que se usa. Por lo general, las instituciones agrícolas y los usuarios del agua en la agricultura no tienen acceso a estos datos, que cuando existen generalmente también son inexactos y poco actualizados.

## **Innovaciones para mejorar la productividad del agua en la agricultura**

Incrementar la productividad del agua en la agricultura es esencial para disminuir la presión en los recursos hídricos, reducir la degradación ambiental y mejorar las condiciones de seguridad alimentaria. Existen innovaciones que, gracias a su potencial, pueden ser utilizadas en la construcción de una agenda común de cooperación. Estas

innovaciones corresponden a cuatro grandes áreas de acción: i) utilización del agua por las plantas, ii) mejoras en la utilización del agua en las parcelas o unidades de producción, iii) mejoramiento de la conducción y el suministro de agua, y iv) innovaciones en el manejo de cuencas. Esfuerzos en todas estas áreas permitirán enfrentar los retos de la escasez física y económica del agua.

Existen evidencias de que, si se siguen los caminos tradicionales del mejoramiento genético, pronto se llegará a los umbrales de la productividad o el avance será demasiado lento, dada la urgencia de atender los efectos del cambio climático y las demandas de producción. Ante esta situación, las innovaciones futuras vendrán de la “nueva biología”, en que la biotecnología y la nanotecnología, entre otros campos especializados, contribuirán significativamente a mejorar la productividad del agua y, por ende, a “liberar” agua de la agricultura que podrá ser utilizada para otros fines.

El segundo tipo de innovaciones que se han desarrollado para mejorar el uso del recurso hídrico en la agricultura se aplica a nivel de unidad de producción (parcela o granja). Existen tres tipos generales de intervenciones que se pueden realizar en esas unidades: i) la aplicación de tecnologías y técnicas orientadas a mejorar el manejo del suelo (por ejemplo, la siembra directa o la labranza cero); ii) el mejoramiento del uso de otros insumos, particularmente los fertilizantes y iii) el uso de tecnologías que permitan lograr un suministro más preciso y focalizado del agua, de acuerdo con las necesidades de las plantas, tales como el riego de precisión, el microrriego y el riego subterráneo. También existen tecnologías que han mostrado ser benéficas en el uso del agua, como son las técnicas conocidas como “agricultura protegida” y los cultivos hidropónicos. La combinación de estas intervenciones integradas resulta en lo que se conoce como “agricultura de precisión”. Sin embargo, los productores aún no conocen muchas de esas tecnologías o les resultan inaccesibles económicamente por sus costos o escalas de aplicación. Existe, por lo tanto, una tarea pendiente: cerrar la brecha entre la disponibilidad teórica de esas innovaciones y su aplicación práctica en el campo, en especial en la pequeña agricultura y en la agricultura familiar que tiene lugar en pequeñas parcelas.

Existe un tercer tipo de innovaciones relacionadas con la forma en que el agua se lleva hasta los productores, la que se convierte en una de las

más importantes interfaces de colaboración entre los usuarios finales y las entidades responsables de la administración del recurso hídrico y que ofrece oportunidades para innovaciones duras (en infraestructura) y blandas (en la forma en que se organiza la gestión de los recursos).

A nivel de cuenca, de nación e incluso de aguas transfronterizas, se han hecho grandes esfuerzos para mejorar la gestión del recurso. Con este fin hoy los países están utilizando ampliamente tecnologías de georreferenciación y geo-medición, así como tecnologías espaciales y modelos computacionales. Los propósitos principales que se persiguen con esas tecnologías son cuatro: a) conocer exactamente la disponibilidad de los recursos y su estado, con el fin de construir modelos de manejo que permitan enfrentar los retos de la demanda actual y los que están imponiendo el cambio climático y el crecimiento poblacional; b) apoyar la toma de decisiones relacionadas con la asignación de los recursos a los distintos usuarios, buscando generalmente respaldar el uso del agua en aquellas actividades de mayor retorno o de mayor importancia para el desarrollo humano; c) conservar los recursos, tanto en términos de cantidad como de calidad y salud; y d) establecer sistemas de alerta temprana para el monitoreo de las condiciones climáticas, los volúmenes disponibles de agua y los niveles de contaminación del recurso.

## **Aspectos institucionales que influyen en el uso del agua en la agricultura de las Américas**

Velar por los recursos hídricos, cuidar el agua y mantener su integridad obliga a encontrar mecanismos coherentes que permitan asegurar su disponibilidad y calidad para satisfacer las demandas de la creciente población humana y de las actividades económicas que contribuyen a este fin, en el marco de múltiples sistemas de gobernabilidad que responden a los intereses y objetivos de desarrollo nacional y mundial.

En lo que corresponde al agua para la agricultura, los países la administran de diversas formas, y los ministerios de agricultura participan en diversos grados y modalidades, limitándose generalmente a la asignación y operación del agua para riego. Sin embargo, el reconocimiento de la importancia que el agua tiene para mitigar los

efectos del cambio climático, para aumentar la productividad de la agricultura y para dar respuesta a las presiones por la sostenibilidad ha llevado a diversos ministerios de agricultura a revisar sus estructuras y funciones. Como resultado, han incluido entre sus funciones la gestión coordinada del agua de riego con una visión de Estado. Casos notorios son Ecuador, que cuenta con una subsecretaría exclusivamente dedicada al tema del riego, y recientemente Perú, que transformó el Ministerio de Agricultura en el Ministerio de Agricultura y Riego.

Dos temas que requieren particular atención, por su relevancia para lograr nuevos paradigmas que promuevan el uso integral y sustentable del agua en la agricultura, son la propiedad del recurso y los derechos de los diversos actores de la agricultura, incluidos los pequeños agricultores y los pueblos indígenas, de acceder a su uso.

Las políticas públicas deberán garantizar el acceso al agua a las diferentes “agriculturas” que coexisten en cada país y el reconocimiento de las etnias y las culturas tradicionales. En general, los procesos orientados a esos fines no están institucionalizados en el hemisferio y, en el mejor de los casos, la participación de los sectores sociales, los agroempresarios y la sociedad civil en la gestión participativa del agua se da en forma aislada y casi exclusivamente a nivel de territorios. Además, por lo general existe una debilidad en la aplicación igualitaria de los principios y una falta sistémica de inclusión de principios y costumbres tradicionales.

Algunas de las áreas que se considera que ofrecen mayores oportunidades para la construcción de una agenda hemisférica en materia de gobernanza del sector hídrico son las siguientes:

- a. Desarrollo de políticas integrales de largo plazo con visión de Estado para la revitalización del agua en la agricultura, basadas en sólidos principios científicos, que tomen en consideración la naturaleza del recurso hídrico y los retos que implica el cambio climático.
- b. Construcción de un ambiente que favorezca la atracción de inversiones para la modernización de la infraestructura hídrica y agrometeorológica, así como la incorporación de nuevas tecnologías.

- c. Apoyo del sector público a la creación de las condiciones necesarias para el desarrollo de nuevas innovaciones y para la implementación de las innovaciones de punta existentes, algunas de las cuales implican sistemas de monitoreo georreferenciado, agricultura de precisión y el uso de las nuevas tecnologías para el desarrollo de variedades tolerantes a estrés hídrico.
- d. Impulso de los gobiernos a la renovación y fortalecimiento de los sistemas de educación en la agricultura, incluidos de manera prioritaria programas de creación de capacidades en mujeres, asociaciones de productores y usuarios del agua, pues para aplicar las políticas e implementar las innovaciones se requieren nuevas capacidades humanas.
- e. Establecimiento de sistemas de información, incluidos sistemas de alerta temprana, que permitan la toma de decisiones oportunas para diseñar políticas e instrumentos de gestión y realizar acciones en predios, territorios y zonas productivas.

Al definir las políticas públicas, los gobiernos deberán aplicar una estrategia de priorización y seguimiento y considerar una visión de largo plazo, de manera que no se limiten a emitir políticas orientadas a brindar respuestas inmediatas o a ajustar políticas ya existentes a las corrientes y ciclos de moda.

## Recomendaciones

Para lograr que la agricultura cuente con el agua que requiere en términos de cantidad y calidad, los ministerios de agricultura necesitan fortalecer sus capacidades institucionales en un contexto de limitados recursos humanos, financieros y físicos. Ello los obliga a definir prioridades y a focalizar sus intervenciones en aquellas acciones que ofrecen oportunidades de mayores impactos y mejores retornos en relación con los recursos utilizados y en respuesta a las apremiantes necesidades de los productores y de la sociedad en general.

Se proponen cuatro recomendaciones: tres de tipo general y una de naturaleza transversal, que se consideran centrales para asegurar que la agricultura cuente con el agua que requiere en la actualidad y en

el futuro. Al emitir las se reconoce la función rectora y de liderazgo de los ministros de agricultura en materia de producción, alimentación, competitividad y sustentabilidad. Se considera que las recomendaciones aquí presentadas son las que ofrecen mayores oportunidades para generar sinergias entre los países y producir resultados positivos en el corto y el mediano plazo. Permiten, asimismo, focalizar la aplicación de los escasos recursos existentes en áreas prioritarias y coordinar y orientar el apoyo de las organizaciones internacionales de cooperación técnica y financiera con propósitos claros y visiones de largo plazo.

### **A. Recomendación 1:** *Impulsar el fortalecimiento institucional de los ministerios de agricultura*

Dada la multiplicidad de instituciones nacionales que participan en la gestión del agua en los países miembros del IICA, de foros internacionales (por ejemplo, la CDB, la CMNUCC y la OMC, entre otros) y de compromisos adquiridos en materia de agua, la primera recomendación que se emite es definir un programa hemisférico de fortalecimiento de las capacidades de los ministerios de agricultura para apoyarlos en el diseño e implementación de políticas e instrumentos para el manejo integral del agua para la agricultura y fortalecer, de esa manera, su capacidad de diálogo y concertación con otros sectores económicos de sus países y con la comunidad internacional.

El propósito central de esta recomendación es mejorar la capacidad de gestión de los ministerios de agricultura para: i) asegurar que los objetivos de los productores y los habitantes de las zonas rurales queden incluidos en las políticas nacionales y en los acuerdos internacionales; ii) desarrollar e implementar proyectos de inversión en irrigación y para el manejo y conservación del agua de lluvia para la agricultura de secano, que respondan a las demandas actuales; y iii) asegurar que la agricultura cuente con el agua requerida, en términos de calidad y cantidad, para la producción sustentable y competitiva de alimentos, fibras y energía.

Para lograr este objetivo se proponen las siguientes acciones:

- a. Analizar la estructura institucional actual, las fortalezas y las debilidades e identificar las necesidades de fortalecimiento

que en materia de agua para la agricultura se requieren en los ministerios de agricultura de los países miembros del IICA.

- b. Diseñar, establecer y ejecutar un programa de cooperación interamericano para el fortalecimiento de los ministerios de agricultura.
- c. Promover y fortalecer los mecanismos regionales existentes para el análisis y la definición de estrategias comunes en materia de gestión integral de recursos hídricos para la agricultura.

## **B. Recomendación 2:** *Promover la gestión integrada del agua para lograr la sustentabilidad agrícola y enfrentar los retos del cambio climático*

Uno de los mayores retos para alcanzar la sustentabilidad de la agricultura es lograr que esta se adapte al cambio climático y contribuya a su mitigación, por lo que se recomienda orientar esfuerzos a la adaptación de la agricultura al cambio climático, mediante la gestión integral y el uso racional de los recursos hídricos con base en sólidos principios científicos y con respeto al ordenamiento jurídico de los países, la tradición y la cultura de las naciones, las comunidades y los pueblos indígenas.

Para alcanzar este propósito se considera prioritario:

- a. Fortalecer y, en caso necesario, desarrollar sistemas de información hidrometeorológicos, de alerta temprana, de gestión de riesgos y de escenarios climáticos, como base necesaria para el diseño e implementación de estrategias de adaptación, incluidos programas de predicción y prevención de eventos extremos y de preparación para hacerles frente que consideren la incorporación de nuevas tecnologías satelitales y de telemetría, geoprocesamiento y georreferenciación, entre otras.
- b. Promover la integración regional de los sistemas de información hidrometeorológica y de alerta temprana, con el fin de que ello permita usar modelos globales para realizar pronósticos más certeros de eventos hidrometeorológicos.

- c. Impulsar procesos de planificación de la agricultura que le permitan adaptarse a los cambios del clima y a la disponibilidad de recursos hídricos, los cuales deberán incluir proyectos de diversificación, reconversión y relocalización de cultivos, entre otras alternativas.
- d. Fortalecer los sistemas de información agropecuaria para conocer el volumen de agua asignada al sector (oferta) y mejorar la toma de decisiones sobre su uso de forma articulada con los sistemas nacionales responsables de la gestión de los recursos hídricos.
- e. Promover la inversión para revitalizar la infraestructura de riego (captación, almacenamiento y distribución), lo que incluye el diseño de nuevos proyectos de infraestructura y la rehabilitación de la existente, con base en claros indicadores de desempeño, incluidos indicadores de inclusión social y de impacto ambiental.
- f. Promover la inversión que mejore la captación, la cosecha y la utilización del agua de lluvia en zonas de secano.
- g. Fomentar la organización de regantes para el mejor manejo del agua y la implementación de medidas de adaptación ante el cambio climático.

### **C. Recomendación 3:** *Fortalecer la innovación para mejorar la productividad de los recursos hídricos en la agricultura*

No será posible asegurar la disponibilidad de alimentos, si los sistemas productivos a lo largo de la cadena agroalimentaria siguen actuando como hasta ahora lo han hecho, en especial de cara a la menor disponibilidad de agua a la que la agricultura se enfrenta. Por lo tanto, es fundamental mejorar la productividad del agua mediante la innovación, que es el objetivo de la tercera recomendación.

Para lograr este objetivo es prioritario que los países focalicen esfuerzos en:

- a. Desarrollar y fortalecer sistemas de información y difusión de innovaciones para el uso del agua en la agricultura, dirigidos especialmente a hacer llegar esas innovaciones a los usuarios, para lo cual se deberá ampliar el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.
- b. Promover el desarrollo de asociaciones público-privadas que permitan mejorar la eficiencia en el uso del agua y reducir la contaminación de los recursos hídricos.
- c. Fortalecer y, en caso necesario, diseñar programas de desarrollo de capacidades para mejorar la productividad del agua, para lo cual se debe brindar particular atención a los diferentes tipos de agricultura y a las distintas condiciones de los usuarios y focalizar los esfuerzos a nivel de cuenca, como unidad integradora.
- d. Focalizar esfuerzos en las siguientes áreas de innovación:
  - i. Identificar, evaluar y difundir tecnologías autóctonas y tradicionales para el uso de agua en la agricultura.
  - ii. Promoción del uso de la agricultura de precisión.
  - iii. Generación de innovaciones para mejorar el conocimiento, el uso y la sostenibilidad del agua subterránea utilizada en la agricultura.
  - iv. Desarrollo de innovaciones en biotecnología (agrícola, animal y alimentaria) para mejorar la productividad del agua.
  - v. Evaluar y promover el uso de cultivos alternativos, valiéndose de las numerosas especies y variedades subutilizadas que han mostrado tener capacidad de adaptarse a condiciones de estrés hídrico.
  - vi. Promoción de innovaciones que mejoren el reciclaje y el uso de agua reciclada, lo que se debe combinar con la producción de energía hidráulica.

Para lograr estos propósitos, se insta a continuar trabajando en la articulación de los sistemas de innovación agrícola, así como a ejercer

un liderazgo proactivo en la definición de la asignación de los recursos y fondos para investigación en agua para la agricultura, de tal suerte que contribuyan a lograr el objetivo superior de contar con una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva.

#### **D. Recomendación 4:** *Fortalecer la formación de recursos humanos en los nuevos paradigmas para la agricultura*

Para mejorar la productividad del agua en la agricultura y lograr un manejo integral de los recursos hídricos, se requiere que todos los actores involucrados en esas tareas posean un alto nivel de conocimiento en los nuevos paradigmas para la agricultura. Ello les permitirá contar con las capacidades requeridas para innovar y resolver los nuevos problemas que han surgido o puedan surgir en el sector agrícola en un contexto de alta volatilidad de precios. Por tal razón se insta a los ministros de agricultura a:

- a. Impulsar la formación de recursos humanos en nuevos paradigmas que propicien el logro de un sector agrícola competitivo, sustentable e inclusivo.
- b. Proveer a los productores, especialmente a los de naturaleza pequeña y mediana, de habilidades y conocimientos que mejoren las capacidades de innovación requeridas para el desarrollo de una agricultura intensificada y sustentable.
- c. Favorecer la formación de una nueva generación de especialistas en la agricultura, de nuevos científicos y de proveedores de servicios.
- d. Reconocer la importancia de la mujer como agente vital para la gestión integral del recurso hídrico, promoviendo iniciativas que ayuden a cerrar las brechas de género, a mejorar la inclusión de la mujer en la toma de decisiones y a lograr el reconocimiento pleno de los derechos de la mujer rural, incluidos aquellos relativos a propiedad, educación y acceso a activos productivos.



# I. Introducción

**E**l agua es un elemento vital por naturaleza. El 70% de la superficie terrestre está cubierta por agua. En el caso del ser humano, el 75% del peso de su cuerpo lo representa el agua. En las plantas el porcentaje de agua varía de 60% a más de 90%, mientras en algunos animales este porcentaje puede ser superior a 90%. Sin agua no habría posibilidad de vida en este planeta.

Con la domesticación de las plantas y los animales, el hombre cambió la dinámica de la naturaleza y muy temprano comprendió que sin agua no podría cultivar plantas ni criar animales para su sustento. Por lo tanto, una de sus primeras acciones para modificar la naturaleza fue captar, almacenar y llevar agua a sus cultivos y animales. Muchas de las grandes civilizaciones florecieron en fértiles valles agrícolas, donde los sistemas de riego y de utilización del agua permitieron la producción y el comercio de alimentos en la cantidad suficiente para favorecer el desarrollo de sociedades complejas.

Más de 10 000 años han pasado desde que se domesticaron las primeras plantas y cerca de 8000 años desde que se diseñaron los

primeros sistemas de riego en Mesopotamia y Egipto. Mucho ha cambiado en el planeta desde entonces. La población ha aumentado a un nivel inimaginable hace unos cuantos años y continuará creciendo hasta llegar, según la mayoría de las estimaciones, a superar los 9000 millones de habitantes dentro de 40 años.

Con el progreso de la civilización y la expansión de las actividades humanas, también ha avanzado la destrucción de los recursos naturales renovables y no renovables. Además, la contaminación de las aguas, los suelos y la atmósfera ha llegado a límites que, junto con los cambios climáticos, amenazan el futuro de la humanidad.

El agua es esencial para luchar contra la pobreza y el hambre, aumentar la productividad agrícola, lograr la sustentabilidad y mejorar las condiciones de vida, tanto en las zonas rurales como en las urbanas. Por lo tanto, cualquier evento que altere el ciclo hidrológico tendrá impactos en el desarrollo de la humanidad.

La agricultura está llamada no solo a producir los alimentos, las fibras y la energía que la humanidad requerirá en el mediano y largo plazos, sino también a contribuir al logro de la sostenibilidad de los recursos naturales, a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las zonas rurales, donde aún habitan las poblaciones más pobres y vulnerables, y a aportar al desarrollo económico de los pueblos y las naciones.

Por otro lado, la agricultura es uno de los sectores más vulnerables a los impactos climáticos y con una alta dependencia de los recursos naturales. Las alteraciones en los patrones y la intensidad de las lluvias y otros fenómenos meteorológicos, como los que actualmente está causando el cambio climático, tendrán severos impactos en la producción de alimentos. Dada la gran dependencia del agua que existe en la agricultura, sector en que se estima se usa el 70% del agua que se extrae en el mundo, se requiere encontrar nuevos paradigmas para revitalizar la actividad agrícola en un escenario de menor disponibilidad de agua, de mayor competencia por este líquido y sobre todo de mayor conciencia social al respecto.

Discutir y analizar el tema del agua en la agricultura es un asunto extremadamente sensible y complejo, pues cruza las culturas y los

umbrales sociales. Es un bien público, pero también un bien privado, y se encuentra sujeto a profundas externalidades que afectan la forma en que los seres humanos perciben e interpretan la realidad que impacta a este recurso.

Se requieren nuevos paradigmas para el futuro, por lo que se hace necesario que los interesados en la agricultura revaloren la forma en que se está usando el agua, así como los retos y las oportunidades que ello conlleva. De igual manera, urge diseñar estrategias de acción que, mediante el diálogo y la inclusión, le aseguren a la agricultura la cantidad suficiente de agua de calidad para producir los bienes y los servicios que demanda la humanidad, asegurar la sustentabilidad de los recursos naturales e impulsar el desarrollo incluyente en los países del hemisferio.

El presente trabajo tiene como objetivo identificar áreas de oportunidad para construir una agenda hemisférica americana focalizada en mejorar el uso del agua en la agricultura mediante el manejo integral de los recursos hídricos (recuadro 1).

### **Recuadro 1. Manejo integral de los recursos hídricos**

El manejo integral de los recursos hídricos es el proceso que promueve la gestión y el manejo coordinado del agua, considerando todos los componentes del ciclo hidrológico y su interacción con los suelos y otros recursos naturales, con la finalidad de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa, sin que se ponga en riesgo la integridad y la sostenibilidad de los ecosistemas y el ambiente (GWP 2000).

Este documento fue construido mediante el trabajo colaborativo de profesionales del IICA, de otras instituciones y de los países miembros del Instituto, quienes revisaron y discutieron la literatura publicada sobre el tema y consultaron con actores y ministerios de los países miembros del Instituto sobre sus políticas y prioridades, y mediante el aporte de expertos que revisaron este documento y le hicieron comentarios.



## II. Situación del agua en el hemisferio americano

### A. Disponibilidad de agua

El continente americano, con una superficie aproximada de 42.3 millones de km<sup>2</sup> y más de 900 millones de habitantes, se extiende desde Canadá y los Estados Unidos hasta la Argentina y Chile e incluye los estados insulares del Caribe. Es una de las regiones con mayor biodiversidad y diversidad biológica, ecológica y climática del mundo.

En comparación con otros continentes, el continente Americano posee una relativa abundancia de recursos hídricos, que representan aproximadamente el 46% de los recursos hídricos del mundo (Sánchez-Albavera 2004), y la precipitación pluvial es en promedio de 1084 mm anuales. Considerando todos estos recursos, la disponibilidad de agua per cápita promedio anual es cercana a los 30 000 m<sup>3</sup>. Sin embargo, la distribución de esos recursos y la propia disponibilidad del agua en la región son inequitativas, a tal grado que cerca de dos tercios del territorio del continente son considerados zonas áridas o semiáridas. Estas coexisten con algunas de las zonas más lluviosas del mundo, en

las que se encuentran caudalosos ríos que conforman sistemas como el del Amazonas, el Mississippi, y el de la Plata y ricos reservorios de agua, como los Grandes Lagos, los pantanales y los esteros.

En la mayoría de los países, la precipitación es altamente estacional y se concentra en períodos de lluvia de cuatro a cinco meses, en los cuales se dan comportamientos irregulares. Por ejemplo, en México, Centroamérica y el Caribe, casi el 50% del agua de lluvia cae entre agosto y octubre, y solamente el 7% entre febrero y abril (WWF 2012), lo que ocasiona épocas de sobreabundancia de agua y otras con graves limitaciones.

A pesar de que la disponibilidad promedio de agua en las Américas pareciera más que suficiente para garantizar su desarrollo, la realidad es que esa disponibilidad varía grandemente. Existen situaciones extremas, como en Haití y otros países del Caribe, donde la disponibilidad anual per cápita es inferior a 1700 m<sup>3</sup>, situación que contrasta con la de países como Surinam, donde se estima una disponibilidad per cápita anual superior a los 150 000 m<sup>3</sup>, diferencias que impactan en la forma en que los países gestionan sus recursos hídricos. El crecimiento demográfico, el aumento de la contaminación del agua y la expansión de las ciudades, la agricultura y la industria están afectando seriamente la disponibilidad y calidad de este recurso.

Una región privilegiada por sus recursos hídricos es Centroamérica, que cuenta con una disponibilidad de agua de aproximadamente 23 000 m<sup>3</sup> anuales por habitante (CEPAL 2011), casi el triple del promedio mundial. Sin embargo, igual que en otras regiones, la distribución del recurso está sujeta a grandes variaciones geográficas, anuales y estacionales, que resultan en períodos de escasez, algunas veces extrema, y en períodos de gran abundancia, en los que incluso ocurren inundaciones. Mientras en la vertiente del mar Caribe todo el año caen abundantes precipitaciones, en la del océano Pacífico se dan períodos secos durante cinco o más meses. El cuadro 1 muestra la disponibilidad de agua en los países del continente americano.

Un aspecto que afecta la distribución de los recursos hídricos es la pérdida de cobertura forestal generada principalmente por la deforestación, que causa impactos deletéreos en la capacidad de recarga de los acuíferos,

aumenta la producción de azolves y reduce la captura de CO<sub>2</sub>. Erradicar las prácticas culturales que originan la deforestación en el corto plazo parece una tarea complicada, debido al gran arraigo de esas prácticas, lo que dificulta implementar una gestión integral de las cuencas. En ese esfuerzo no es suficiente enfocarse únicamente en el manejo racional del agua y del suelo, sino que también se requiere aplicar un enfoque multisectorial, de modo que se pueda brindar atención a aspectos como la pobreza, la reducción de la recolección y quema de leña, la promoción y conservación de la biodiversidad y la implementación de programas de reforestación (Beekman 2011).

Otro fenómeno que está afectando la disponibilidad del agua en el hemisferio es el cambio climático, que será tratado en el capítulo III de este documento.

## Cuadro 1. Disponibilidad de agua en el continente americano.

País	Precipitación media (mm por año)	Disposición total anual agua dulce (miles millones de m <sup>3</sup> )	Disposición anual de agua dulce (% de recursos internos)	Volumen de agua renovable (miles de millones de m <sup>3</sup> )	Población	Agua renovable per cápita m <sup>3</sup> /hab./ año
Antigua y Barbuda	1,030	0.005	9.615	0.052	89,612	580.3
Argentina	591	32.570	11.801	276	40,764,561	6,770.6
Bahamas	1,292				347,176	-
Barbados	1,422	0.061	76.125	0.08	273,925	292.1
Belice	1,705	0.150	0.938	16	356,600	44,868.2
Bolivia	1,146	2.027	0.668	303.5	10,088,108	30,084.9
Brasil	1,782	58.070	1.072	5418	196,655,014	27,550.8
Canadá	537	45.970	1.613	2850	34,482,779	82,650.0
Chile	1,522	11.340	1.283	884	17,269,525	51,188.4
Colombia	2,612	12.650	0.599	2112	46,927,125	45,006.0
Costa Rica	2,926	2.680	2.384	112.4	4,726,575	23,780.4
Dominica	2,083	0.017			67,675	-
Ecuador	2,087	15.250	3.530	432	14,666,055	29,455.8
El Salvador	1,724	1.376	7.752	17.75	6,227,491	2,850.3
Estados Unidos	715	478.400	16.977	2818	311,591,917	9,043.9
Granada	2,350	0.010			104,890	-
Guatemala	1,996	2.933	2.686	109.2	14,757,316	7,399.7
Guyana					756,040	-
Haití	1,440	1.200	9.224	13.01	10,123,787	1,285.1
Honduras	1,976	1.194	1.245	95.93	7,754,687	12,370.6
Jamaica	2,051	0.585	6.218	9.404	2,709,300	3,471.0
México	752	79.800	19.511	409	114,793,341	3,562.9
Nicaragua	2,391	1.288	0.679	189.7	5,869,859	32,317.6
Panamá	2,682	0.452	0.306	147.4	3,571,185	41,274.8
Paraguay	1,130	0.490	0.521	94	6,568,290	14,311.2
Perú	1,738	19.340	1.197	1616	29,399,817	54,966.3
República Dominicana	1,410	3.485	16.595	21	10,056,181	2,088.3
San Cristóbal y Nieves	1,427				53,051	-
San Vicente y las Granadinas	1,583	0.010			109,365	-
Santa Lucía	2,301	0.017			179,000	-
Surinam	2,331	0.670	0.761	88	529,419	166,220.0
Trinidad y Tobago	2,200	0.232	6.031	3.84	1,346,350	2,852.2
Uruguay	1,265	3.660	6.203	59	3,368,595	17,514.7
Venezuela	1,875	9.064	1.255	722.4	29,278,000	24,673.8

Fuente: Banco Mundial 2013.

## B. Principales usos del agua en el hemisferio

Se estima que la tasa de extracción de agua en el continente americano es de aproximadamente 7% (Jouralev 2009), con variaciones que van de menos de 1%, como en Paraguay, a más de 15% en México, los Estados Unidos y algunos países del Caribe. A pesar de este bajo nivel de extracción, en la región ya existen acuíferos que están llegando a sus límites de extracción o que están altamente contaminados como resultado de la alta concentración de la población, el aumento de las actividades económicas, el manejo inadecuado de las concesiones y permisos de explotación, la escasa vigilancia y la existencia de incentivos que distorsionan y promueven el uso irracional de los recursos.

Casi el 70% del volumen de agua que se extrae de fuentes superficiales y subterráneas en el hemisferio se utiliza en la agricultura, seguida por el agua destinada a uso doméstico y finalmente la que se utiliza en la industria, en que se usa el 10% del agua que se extrae, nivel que es casi un 50% inferior al de otras regiones de mayor desarrollo (Jouralev 2009) (cuadro 2). Sin embargo, el porcentaje del uso del agua en la agricultura varía por regiones y países: en la región Norte el uso fluctúa entre 12% y 77%, en la región Central entre 28% y 83%, en la región Sur entre 46% y 86% y en la región Caribe entre 15% y 83% (porcentajes estimados a partir de datos de AQUASTAT - FAO 2013).

**Cuadro 2. Principales usos del agua extraída en el continente americano.**

Región	Recursos hídricos renovables km <sup>3</sup> /año	Extracciones totales de agua km <sup>3</sup> /año	Extracción de agua (km <sup>3</sup> /año)						Extracciones como porcentaje de los recursos renovables
			Agricultura		Industrial		Doméstico Urbano		
			Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	
Latinoamérica	13,477	252	178	22.5	26	3.3	47	5.9	0.6
Caribe	93	13	9	1.1	1	0.1	3	0.4	0.1
Norteamérica	6,253	525	203	25.7	252	31.9	70	8.9	2.6
Hemisferio	19,823	790	390	49.4	279	35.3	120	15.2	3.3

**Fuente:** WWAP 2009 (tomado de World Water Assessment Programme 2009 de Report Development 3: Weather changing word.

Si bien estos datos sugieren que la agricultura es la actividad en que se utiliza la mayor proporción del agua extraída, se requiere hacer un análisis más completo que considere el agua que regresa al ciclo hídrico, ya que las plantas no utilizan el 100% del agua, lo que sin duda haría que las estimaciones sobre el uso real del agua por la agricultura sean menores de las que reportan cuando solo se consideran los volúmenes de extracción.

El aumento en la población, que se estima llegará a superar los 9 mil millones de habitantes asentados principalmente en zonas urbanas, resultará en mayores demandas de agua para consumo humano, para los servicios sanitarios y para la producción de energía y otros satisfactores, condiciones que aumentarán la competencia intersectorial por ese recurso. La agricultura tiene un papel preponderante que jugar para asegurar la sustentabilidad del recurso y puede constituirse en la actividad clave para hacer frente a esas demandas. Para ello se debe mejorar la forma en que se utiliza el agua en esta actividad, de modo que se puedan liberar volúmenes del líquido para que se usen en otros sectores o se pueda reutilizar el agua que ha sido previamente utilizada por otros sectores. Estos cambios en la demanda causarán aumentos en el costo del recurso y, por lo tanto, se deberán encontrar respuestas a las interrogantes de cómo y quién deberá asumirlos (recuadro 2).

En muchas partes del mundo, los recursos hídricos ya están sujetos a grandes presiones. Sin embargo, seguirá aumentando la demanda de más agua para cubrir la necesidad adicional de alimentos, energía, servicios y agua potable, por lo que la competencia por el recurso hídrico será inevitable y se intensificará. Existe la preocupación de que las fuentes de agua disminuyan aún más en regiones en que su disponibilidad ya es crítica, ello como consecuencia del cambio climático (ONU 2011), lo que exacerbará las condiciones de pobreza y de inseguridad alimenticia.

Como parte de este esfuerzo, los países del continente deberán aumentar las capacidades de conservación, reciclaje y purificación de agua y contar con arreglos político-institucionales modernos y eficientes para su gestión.

Algunas de las alternativas que podrían aumentar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura son brindar un mayor reconocimiento

## **Recuadro 2. El agua en zonas rurales con actividad agrícola y minera**

Uno de los mayores conflictos que ocurren entre la agricultura y la minería se relaciona con el uso del agua, que se acentúa porque la minería normalmente tiene lugar en territorios con altos niveles de pobreza y muy bajos niveles de desarrollo, en los que casi no se brindan servicios públicos. En estas zonas, las empresas mineras normalmente son las primeras en captar o extraer el agua, afectando su calidad y los volúmenes disponibles para la agricultura, sobre todo cuando esta se desarrolla “abajo” de los sitios donde operan las minas, lo que altera la forma en que la agricultura y la ganadería se llevan a cabo.

Con el reconocimiento de estos conflictos y el aumento de la conciencia social sobre la importancia de que todos los sectores cuenten con el agua que les es necesaria, algunas explotaciones mineras están implementando buenas prácticas de manejo del agua y mejorando su relacionamiento con la agricultura. Esto ha estado acompañado por el desarrollo de nuevas organizaciones de la sociedad civil que vigilan la situación del recurso. Sin embargo, se requiere que el Estado implemente medidas regulatorias efectivas y que promueva la articulación público-privada para la solución de estos conflictos.

a los servicios ambientales, aumentar el uso del agua reciclada, implementar mejores prácticas agrícolas y capacitar a los productores en cuanto a la cantidad de agua que realmente necesitan los cultivos durante sus diferentes etapas fenológicas.

Los tratados bilaterales y el apoyo de organismos internacionales han permitido que existan acuerdos entre países para el aprovechamiento mutuo del agua. En Norteamérica destacan los arreglos institucionales establecidos para las cuencas Canadá-Estados Unidos y Estados Unidos-México. En Sudamérica existe un conjunto de acuerdos binacionales, algunos para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, entre los cuales destacan Salto Grande (Argentina y Uruguay), Itaipú (Brasil y Paraguay) y Yacyretá (Paraguay y Argentina). También cabe mencionar el Tratado de Cooperación Amazónica, suscrito por ocho países, así como el Acuerdo sobre el Acuífero Guaraní, firmado entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, que busca ampliar el conocimiento sobre ese acuífero y contribuir a su gestión.

## **C. Infraestructura y almacenamiento**

En los países del continente americano, la infraestructura para riego generalmente incluye presas o represas, bordos, pozos, canales, compuertas y canales secundarios que llevan el agua a los usuarios. Un alto porcentaje del agua para riego está constituido por agua que se extrae de napas subterráneas, pero también existen numerosas obras de almacenamiento de aguas superficiales, incluidas 68 presas cuya cortina supera los 130 metros de altura, lo que resulta en una capacidad de embalse anual de 2721 km<sup>3</sup>. La mayoría de estas obras se encuentra en la región Norte. Se carece de muy poca información sobre pequeños reservorios utilizados para almacenar agua y usarla para el riego en pequeñas parcelas.

El conocimiento preciso del estado de la infraestructura hídrica no es claro, pues solo se tiene información completa de contados países, notablemente de la región Norte. En la región Andina se cuenta con datos confiables de Perú, Ecuador y Colombia y en la región Sur de Brasil, Argentina y Chile, lo que sugiere la urgencia de contar con sistemas de información dinámicos para conocer el estado de la infraestructura hídrica en el continente. En el caso de la región

Caribe es evidente la falta de infraestructura para el manejo del agua en la agricultura.

Durante los últimos 20 años, la cantidad de nuevas hectáreas que se han incorporado a la agricultura de riego en la región, ha disminuido notablemente, de casi 12 millones de hectáreas nuevas bajo riego en la década de los años setenta del siglo pasado, a solo 6 millones de nuevas hectáreas en la primera década de este siglo. Las causas de estos cambios no son claras, pero pueden deberse a varios motivos, entre ellos la falta de atención al campo durante los últimos 20 años, la inseguridad en la tenencia de la tierra y la baja tasa de retorno en las inversiones en el sector. La obtención de datos claros sobre este tipo de inversiones no es fácil de obtener y de verificar, lo que confirma la necesidad de hacer más transparentes y efectivos los sistemas de información en la materia.

También parecen haber disminuido las inversiones dirigidas al mantenimiento de la infraestructura de riego, lo que se deduce del hecho de que, en teoría, en el continente existe infraestructura para regar 48 millones de hectáreas, pero solo se riegan 39 millones, debido en parte a daños en los sistemas de suministro y conducción del agua.

En cuanto al tipo de infraestructura de riego existente, el análisis de la información disponible indica que cerca del 75% de las parcelas que cuentan con riego posee infraestructura para riego superficial, el 22% para riego por aspersión y solo el 3% para riego localizado. Además, el aprovechamiento del agua superficial por la agricultura enfrenta otro tipo de problemas, como el exceso de concesiones de derechos y la contaminación de las aguas.

## **D. Aguas subterráneas y acuíferos transfronterizos**

Los retos que enfrentan la integración y el manejo del agua superficial son relativamente sencillos, cuando se los compara con aquellos asociados a la gestión de las aguas subterráneas, que constituyen un valioso recurso en el continente y desempeñan un papel cada vez más estratégico para el desarrollo nacional. La agricultura sigue siendo el principal usuario de agua subterránea; por ejemplo, en los Estados Unidos utiliza aproximadamente el 50% de las extracciones de agua

subterránea, mientras en México ese tipo de agua se usa en una tercera parte de la superficie de riego.

La creciente contaminación del agua superficial en el hemisferio hace que muchos centros urbanos dependan del agua subterránea, para cuyo suministro cuentan con sistemas poco confiables. Uno de los grandes retos de los países del continente es contar con un esquema que integre la gestión del agua subterránea con la del agua superficial y que garantice que esto se realiza de modo sustentable.

La existencia de diversas políticas públicas para el manejo del agua subterránea, con frecuencia incongruentes, ha originado una gran cantidad de conflictos. La redistribución de las concesiones de agua subterránea y la restricción de las extracciones de agua dentro de límites sustentables y económicamente sostenibles han sido dos de las principales fuerzas que impulsaron las reformas legales e institucionales que se han realizado en diversos países de la región (Narishan 2008, Jarvis 2006). El caso de México es notable, porque históricamente en este país en algunos casos se ha concesionado más agua que la disponible, por lo que las autoridades debieron aplicar una estrategia que permitiera lograr un equilibrio entre la cantidad utilizada de agua y la disponible, la cual se basó en la suspensión temporal del libre alumbramiento de las aguas nacionales.

Los problemas de la sobreexplotación de las aguas subterráneas conllevan otro tipo de problemas, como el hundimiento de terrenos y la salinización, que terminan amenazando la buena calidad de esas aguas.

De acuerdo con el Inventario de los acuíferos transfronterizos de las Américas (Puri y Aurelli 2009), existen por lo menos 67 acuíferos transfronterizos en el continente americano: 27 en Sudamérica, 19 en Norteamérica (Canadá, México y Estados Unidos), 12 en Centroamérica y 4 en el Caribe (República Dominicana-Haití). Un tercio de ellos se encuentra localizado en zonas áridas o semiáridas. Una estimación del estado de los acuíferos subterráneos muestra que 20 de esos acuíferos transfronterizos han sido explotados intensamente, mientras 16 que se ubican en áreas de agricultura intensiva o en zonas industriales presentan altas tasas de salinidad.

Una de las prioridades que surgen de esta realidad es la de manejar sustentablemente los acuíferos transfronterizos en zonas con escasez de agua, en particular en las áreas áridas y semiáridas de todo el continente. Un ejemplo de esas zonas es el Gran Chaco Americano, la planicie semiárida más grande de Sudamérica, en donde cerca del 80% de la población rural carece de agua potable y los problemas de escasez de agua se acentúan por el creciente aumento de la población, la intensificación del uso del suelo y la falta de inversiones.

Compartir las aguas transfronterizas y asegurar su calidad son asuntos de relevancia en las relaciones interamericanas, para cuyo logro se requiere fortalecer las relaciones bilaterales, conducir investigaciones conjuntas, compartir información, desarrollar mecanismos para la resolución de controversias y firmar nuevos tratados y acuerdos, tal y como sucede ya en algunas regiones del continente (por ejemplo en la región Caribe, donde los ministros responsables del agua se reúnen anualmente para encontrar soluciones conjuntas).

El análisis de la situación del agua en el continente americano confirma que es imposible considerarlo como una región homogénea a la que puedan aplicarse medidas únicas. El anexo 1 de este documento contiene una descripción detallada de la situación del agua en cada una de las regiones de ese continente, con énfasis en la gestión del agua para la agricultura.

La riqueza y la diversidad ecológica, social, económica y política de la región ofrecen la oportunidad de identificar modelos de gestión del recurso hídrico que pueden ser compartidos entre los países para fortalecer sus políticas públicas, sus planes de inversión y el fortalecimiento de sus sistemas de innovación.

Algunos problemas comunes se podrían resolver de manera conjunta, de modo que se garantice a las generaciones futuras el agua que requieran, en términos de cantidad y calidad, para llevar una vida plena. Por ejemplo, se podrían generar bases de datos confiables y en tiempo real, así como realizar acciones que permitan regular la competencia que se da entre los distintos sectores de la economía y las necesidades de agua para consumo humano.





### III. Agua para la agricultura: impactos del cambio climático

**E**l informe “Stern” (2006) indica que el cambio climático constituye una grave amenaza global e invita con urgencia a construir una respuesta global. El cuarto reporte del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC 2007) confirma que el “cambio climático es un evento inequívoco” que afectará a todas las naciones del mundo y que es necesario implementar acciones urgentes para mitigar las nuevas condiciones que resultarán de ese proceso y adaptarse a ellas.

Entre los fenómenos extremos más significativos que pueden resultar del cambio climático y afectar a la agricultura, se encuentran las inundaciones, las sequías, las heladas, las olas de calor y las tormentas de granizo, así como las variaciones en el equilibrio entre la temperatura y las precipitaciones o en la intensidad y la frecuencia de los huracanes. América Latina y el Caribe (ALC) son particularmente sensibles a eventos meteorológicos extremos (Beekman 2007).

Fenómenos extremos—especialmente la mayor cantidad de períodos de noches cálidas, las precipitaciones intensas y las sucesiones de días secos— han afectado seriamente a ALC en los últimos años. En esta región “el acontecimiento de desastres relacionados con el clima aumentó 2,4 veces en el período 2000-2005, continuando así la tendencia observada durante los 90s. Solo el 19% de los eventos han sido cuantificados económicamente, y las estimaciones de los daños causados por ellos entre el 2000 y el 2005, representa pérdidas de cerca de 20 000 millones de dólares” (Williams y Nuttal 2007).

Otros efectos del cambio climático son una disminución en la cantidad de lluvias, particularmente en áreas que ya son deficitarias, lo que impactará seriamente en las fuentes de agua superficial y subterránea. Este cambio tendrá impacto en la forma en que se diseñan y operan nuevas infraestructuras, ya que usar los patrones históricos no será de ayuda para predecir lo que pueda pasar en el futuro (ONU 2011).

Los problemas causados por la variabilidad climática no solo afectarán los patrones de temperatura y precipitaciones, sino también tendrán impactos en la capacidad de especies animales y vegetales para producir y en la distribución de la población humana, afectando mayormente a los pobres.

El incremento de la temperatura, la reducción y la inestabilidad del régimen de lluvias, los cambios en los niveles del mar y la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos —como las sequías y los huracanes— impactarán en la producción, la infraestructura, los medios de vida, la salud y la seguridad de la población. Además, esos cambios debilitarán la capacidad de la naturaleza para proveer recursos y servicios vitales y asegurar la viabilidad de la agricultura. En el caso de América del Sur, esto puede agravarse, dada la desaparición de glaciares y la potencial disminución del caudal del río Amazonas.

Un fenómeno que afecta la variabilidad climática en América Latina y que se espera sea acentuado por el cambio climático es la dupla de eventos conocidos como “El Niño” y “La Niña”, que afectan el patrón y la intensidad de las lluvias en el continente. En el periodo

1997-1998, el fenómeno de “El Niño” incrementó la frecuencia de las inundaciones, las sequías y los desplazamientos de tierra. Se espera que las futuras apariciones de “El Niño-La Niña” causen mayores alteraciones en los patrones de lluvia y aumenten la manifestación de eventos extremos.

La agricultura no solo se ve afectada por el cambio climático, sino que también influye en este proceso mediante la producción de “gases de invernadero” (el World Future Council [2013] estima que la agricultura contribuye globalmente con cerca del 14% de las emisiones de esos gases) y los impactos que causa en el suelo, el agua y la biodiversidad, que alteran los ciclos de carbono y agua, lo que a su vez contribuye a aumentar la temperatura atmosférica. En contraposición a esos efectos, la agricultura contribuye a amortiguar los efectos del cambio climático, ya sea frenando la desertificación, ayudando en la infiltración de agua, conservando la biodiversidad y mejorando la captación de carbono, entre otros aportes.

La mayoría de los escenarios climáticos que se han construido para comprender los riesgos y los retos de los cambios en el clima sugieren claramente que, de no tomarse las medidas necesarias y de no actuar de inmediato, la agricultura no será capaz de proveer los alimentos, las fibras y los productos energéticos que en el futuro va a requerir la sociedad. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (Vergara *et al.* 2013), ALC necesitará entre USD17 000 y USD27 000 millones para adaptarse a los impactos del cambio climático, que ya son inevitables, y cerca de otros USD100 000 millones más serán necesarios anualmente para lograr un clima estable.

Los impactos del cambio climático en la agricultura y el bienestar humano incluyen: i) alteraciones en el rendimiento de los cultivos, ii) repercusiones en los precios y iii) cambios en el consumo que pueden aumentar la inseguridad alimentaria en regiones enteras. Algunos escenarios estiman que la disponibilidad de calorías en el 2050 será menor a la que había en el año 2000, como consecuencia del cambio climático (Nelson *et al.* 2009). Otras estimaciones sugieren que, para prepararse adecuadamente para enfrentar los riesgos del cambio climático, se requerirán inversiones equivalentes a entre el 2% y el 3% del PIB actual del continente (Stern 2006).

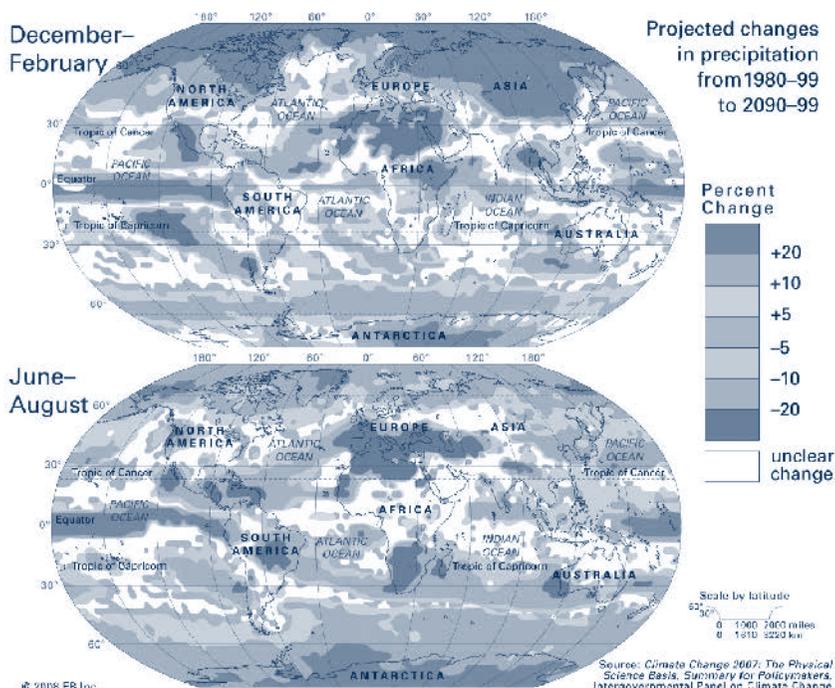
Si bien, el cambio climático está causando modificaciones en los patrones de las lluvias y en la distribución espacial y temporal del agua, las deficiencias hídricas que hoy se observan en la región no pueden ser atribuidas totalmente a este fenómeno, sino a un historial de desatención y manejo inadecuado del recurso. El cambio climático acentuará estas deficiencias y aumentará las consecuencias de intervenciones equivocadas

Como consecuencia de esta realidad, la agricultura deberá desarrollar e implementar sistemas innovadores de producción en que el uso del agua será prioritario. De no realizarse acciones de manera inmediata, algunos escenarios sugieren que la producción de alimentos podrá caer en más de 25% en el año 2050.

Afortunadamente, la mayoría de los países del continente americano ya ha iniciado un proceso en ese sentido y ha implementado diversas iniciativas que muestran que una mejor gestión del agua constituye una excelente medida para que la agricultura se adapte al cambio climático (anexo 2).

La disponibilidad de agua para la generación de energía también se verá afectada como resultado del cambio climático, por lo que se incrementará la competencia con la agricultura por un recurso cada vez más limitado. Los glaciares de la zona andina de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú han perdido el 20% de su volumen, lo que afecta el suministro de agua y energía en América del Sur. Por otra parte, la energía hidroeléctrica representa por lo menos el 50% del suministro de energía de la Comunidad Andina, donde en numerosas zonas los productores rurales también dependen en gran medida del agua de los glaciares. El aumento de la temperatura en los Andes está afectando los ciclos hidrológicos y los hábitats de las zonas montañosas, donde las variaciones del régimen de precipitaciones ya afectan la calidad de las fuentes de agua y el suministro de esta (Ortiz 2011).

**Figura 1. Cambios en la precipitación pluvial proyectados hacia el final del siglo XXI como consecuencia del cambio climático.**



**Fuente:** IPCC 2007b.

Las perspectivas de crecimiento demográfico sugieren un aumento en las demandas por alimentos que, junto con el crecimiento de las ciudades y el de otras actividades industriales, aumentan la posibilidad de una creciente escasez de agua en extensas partes del globo y de una competencia por los recursos hídricos entre los usuarios agrícolas, industriales y municipales.

El impacto del cambio climático variará en función de la ubicación geográfica de los países, en cuyos sectores agrícolas sus impactos variarán dependiendo del sistema de producción agropecuaria y de la tecnología que se utilice. Las zonas costeras y los pequeños estados insulares se verán más afectados y los efectos negativos de estos cambios se manifestarán en una disminución en la cantidad y la calidad de las fuentes de agua.

También se espera que como consecuencia del cambio climático varíe la vocación de las tierras: por ejemplo, que disminuya el volumen actual de tierras con vocación agrícola en las regiones cálidas y húmedas y que cambie la vocación actual de tierras en las zonas templadas, de modo que puedan producirse cultivos en zonas donde hoy las temperaturas no lo permiten. Se considera que las regiones ecuatoriales son en extremo vulnerables al cambio climático, porque en ellas la producción agropecuaria se desarrolla en un ámbito cuyas temperaturas se encuentran cerca de los límites máximos tolerables para muchos cultivos.

El impacto del cambio climático también variará en función de la escala y el nivel tecnológico del productor. Los productores rurales de pequeña escala presentan una mayor vulnerabilidad (socioeconómica y ambiental) y a ellos se debe prestar una atención especial. La capacidad de adaptación de estas comunidades suele ser extremadamente baja, en parte debido a los niveles de pobreza, y en parte por las condiciones climáticas adversas, que afectan tanto la disponibilidad de agua (para consumo humano y usos productivos) como el rendimiento de la tierra y la supervivencia del ganado (tanto por sequías como por inundaciones periódicas). Es, por lo tanto, de vital importancia transferir a estos productores las herramientas y las tecnologías para mejorar sus capacidades de respuesta frente a la intensificación de los fenómenos climáticos. El costo de no actuar implica, entre otros, migraciones a los bolsos de pobreza urbana y un mayor retraso en el desarrollo de las regiones de mayor pobreza y vulnerabilidad.

La forma en que se ha gestionado el agua ya no es una buena guía para el futuro. Hoy se requieren nuevas formas de gestión adaptadas al cambio climático. Las instituciones y los marcos legales que rigen el uso del agua se diseñaron con base en una visión estacionaria del

ciclo hidrológico, por lo que dichos arreglos deben evaluarse para buscar la flexibilidad necesaria para encarar un futuro climático incierto. En cada localidad, según la variabilidad que se proyecte, se requiere evaluar la necesidad de adaptar la infraestructura, tanto la construida, como la natural, para lograr mantener las posibilidades de producción. También es necesario acompañar a los actores sociales y a las poblaciones nativas con capacitaciones que les permitan enfrentar esos retos.





## IV. Uso del agua en la agricultura de las Américas

La demanda por alimentos, fibras y energía se duplicará durante los próximos 40 años, como consecuencia del crecimiento de la población, del mejoramiento de las condiciones económicas y de cambios en los estilos de vida. Como resultado de esta tendencia y asociado a la demanda de fuentes renovables de energía, se requerirá aumentar significativamente la producción agrícola. Algunas estimaciones sugieren que en el año 2050 dicha producción deberá aumentarse en cerca de 70%, solamente para cubrir la demanda de alimentos, sin considerar la de fibras o de productos agrícolas para la producción de energía renovable (FAO 2009).

Ese aumento solo se alcanzará si se mejora la productividad, lo que de manera práctica se traduce en producir más en la misma cantidad de superficie, con menos insumos, particularmente agua, y de manera sostenible. Incrementar la producción mediante la expansión de la frontera agrícola es prácticamente imposible en el

continente americano, con algunas excepciones, notoriamente en la región Sur, donde la frontera agrícola aún puede crecer (FAO 2011; IICA, CEPAL y FAO 2011).

Dos factores que limitarán el mejoramiento de la productividad será la disponibilidad de agua para la agricultura y su uso en este sector. Se hace necesario, por tanto, redefinir la forma en que la agricultura se conduce, tanto en condiciones de secano, como de riego, así como reconocer la existencia de múltiples tipos de agricultura, que comprenden desde la agricultura de subsistencia y trashumante hasta la gran agricultura empresarial, pasando por la agricultura familiar en sus distintas modalidades.

Esta diversidad de agriculturas y de actores hace necesario contar con marcos generales amplios y transparentes para regular el uso del agua, con intervenciones específicas que respondan a las necesidades particulares de cada uno de los tipos de agricultura y que, simultáneamente, preserven la integridad de las naciones, sus culturas y tradiciones, condiciones que con frecuencia parecen opuestas y que siempre son complejas. La estructura agraria de los países y los derechos de propiedad existentes en cada uno de ellos también influyen en el uso del agua en la agricultura. En general, la atomización de las superficies agrícolas o su concentración en unas cuantas manos afecta la forma en que pueden implementarse las políticas y los instrumentos de gestión integral del agua.

En este capítulo se presenta un breve análisis de la situación del agua en la agricultura en el continente americano, con énfasis en los países de ALC, el cual aporta elementos nuevos y complementarios a los estudios detallados que se han realizado en cada uno de los países y a aquellos que diversas organizaciones y profesionales han publicado, en especial “El riego en los países del Cono Sur” (IICA y PROCISUR 2010); “El riego en América Latina y el Caribe en cifras” (FAO 2000) y el trabajo sobre riego en la región Central que el IICA ha venido impulsando desde 2012. El análisis aquí realizado excluye la gestión de aguas litorales y el uso del agua en la acuicultura y la producción animal en general.

Para el continente es vital encontrar alternativas tecnológicas y de otra naturaleza que le permitan mantener su capacidad productiva y competitiva, ya que es la región del mundo más importante en cuanto a producción de alimentos y con mayor porcentaje de participación en la exportación de productos alimentarios.

En los últimos 50 años se ha dado un acelerado desarrollo de recursos hidráulicos para la agricultura. Se construyeron presas, grandes zonas de riego y esquemas comunitarios que han puesto el agua a disposición de la población para la producción de alimentos. Conforme la población mundial aumentó de 2500 millones en 1950 a 6500 millones a principios del siglo XXI, el área de riego se duplicó y la extracción de agua se triplicó. En los países del hemisferio americano, el área agrícola bajo riego pasó de menos de 8 millones de hectáreas en 1967 a más de 20 millones en el año 2000, con tasas de crecimiento anuales cercanas al 4% durante los años sesenta y setenta del siglo pasado, que cayeron a tasas cercanas al 1% en el año 2000, lo que concuerda con los cambios de prioridades que se dieron en los países de la región en este tiempo.

## **A. Agricultura de secano**

Se estima que a nivel mundial cerca de 1500 millones de hectáreas se cultivan bajo el régimen de agricultura de secano y que en el 70% del área total de tierras dedicadas a la producción de cereales a nivel global se aplica ese tipo de agricultura, contribuyendo con aproximadamente el 58% de la producción total de cereales a nivel mundial (Rosegrant *et al.* 2002, Banco Mundial 2008). Contrario a lo que se podría esperar, la prevalencia de la agricultura de secano en la producción de cereales es más alta en los países desarrollados, donde se utiliza en cerca del 80% de las tierras productoras de estos cultivos (Rosegrant *et al.* 2002), que en los países en desarrollo. En el cuadro 3 se muestran las áreas agrícolas bajo secano existentes en el continente americano, en el que se puede observar que, al igual que en el resto del mundo, el área agrícola en que se aplica este sistema de producción es la que ocupa más extensión.

**Cuadro 3. Superficies agrícolas bajo riego y de secano en países seleccionados del continente americano (datos circa 2010).**

<b>País</b>	<b>Superficie de cultivo (1000 ha)</b>	<b>Superficie irrigada (1000 ha)</b>	<b>Superficie secano (1000 ha)</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = (A-B)</b>
Antigua y Barbuda	5.00	0.03	4.97
Argentina	39,048.00	1,550.00	37,498.00
Bahamas	13.00		13.00
Barbados	17.00	5.44	11.57
Belice	107.00	3.00	104.00
Bolivia	4,055.00	128.20	3,926.80
Brasil	79,030.00	5,400.00	73,630.00
Canadá	47,894.00	869.90	47,024.10
Chile	1,774.00	1,199.00	575.00
Colombia	3,998.00	1,087.00	2,911.00
Costa Rica	580.00	103.10	476.90
Dominica	24.00		24.00
Ecuador	2,536.00	853.40	1,682.60
El Salvador	895.00	44.99	850.01
Estados Unidos	162,762.00	26,644.00	136,118.00
Granada	10.00	0.22	9.78
Guatemala	2,445.00	312.10	2,132.90
Guyana	447.00	150.10	296.90
Haití	1,280.00	97.00	1,183.00
Honduras	1,460.00	87.85	1,372.15
Jamaica	220.00	25.22	194.78
México	28,166.00	6460.00	21,706.00
Nicaragua	2,130.00	94.24	2,035.76
Panamá	729.00	34.62	694.38
Paraguay	3,990.00	67.00	3,923.00
Perú	4,500.00	1,196.00	3,304.00
República Dominicana	1,250.00	306.50	943.50
San Cristóbal y Nieves	5.10	0.02	5.08
San Vicente y las Granadinas	8.00		8.00
Santa Lucía	10.00	3.00	7.00
Surinam	65.00	51.18	13.82
Trinidad y Tobago	47.00	3.60	43.40
Uruguay	1,846.00	181.00	1,665.00
Venezuela	3,250.00	1,055.00	2,195.00
<b>Totales</b>	<b>394,596.10</b>	<b>48,012.70</b>	<b>346,583.40</b>

Fuente: FAO 2013 (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>, consultado 29 abr. 2013).

A pesar de su expansión territorial y de la existencia de altos rendimientos en algunos cultivos y regiones, por lo general la productividad de la agricultura de secano es más baja que la de la agricultura de riego. Por ejemplo, en el caso de los cereales se estima que la productividad bajo secano es cercana al 65% de la productividad que podría lograrse bajo riego.

También existen diferencias en la productividad de la agricultura bajo secano entre países. Datos generales resumidos en el trabajo de Rosegrant *et al.* (2002) muestran que en los países en desarrollo la productividad de la producción de cereales mediante la agricultura de secano es menor que en los países desarrollados. Un ejemplo es el caso de regiones del Medio Oeste de los Estados Unidos y de algunos países de Europa, en las que el rendimiento de la producción de maíz bajo secano es similar al que se logra en muchos países en desarrollo bajo agricultura de riego.

Para los países en desarrollo, donde la productividad de este tipo de agricultura es baja, podría pensarse que la adopción y la adaptación de prácticas culturales y tecnológicas similares a las usadas en países desarrollados, donde la producción de secano es elevada, podrían ayudar a mejorar rápidamente la producción y a cerrar las brechas de productividad observadas entre los diferentes países. Sin embargo, la transferencia de esas prácticas tiene que realizarse con cuidado, dadas las distintas condiciones ecológicas de los países. Por ejemplo, se sabe claramente que la tecnología aplicada en las zonas templadas tiene poca aplicación inmediata en las zonas tropicales.

Mejorar la productividad de este tipo de agricultura, también requiere de rescatar los conocimientos tradicionales que existen en múltiples regiones del hemisferio americano, los que han demostrado ser efectivos para lograr un equilibrio entre el uso del agua para las plantas y la disponibilidad del recurso hídrico. Todos estos procesos de transferencia, adaptación y adopción de tecnología requieren un fortalecimiento de la cooperación interamericana en esta materia, así como programas de innovación capaces de identificar las tecnologías utilizadas por productores y pueblos indígenas del hemisferio.

En teoría, podría considerarse que la expansión de la agricultura de secano es una alternativa para compensar la falta de inversiones en

la agricultura de riego. Sin embargo, esto no es así, ya que ambas modalidades de agricultura responden a lógicas diferentes y, al no tener claridad sobre los propósitos de la agricultura de secano, una visión errónea podría tener serias implicaciones para la sostenibilidad ambiental, ya que promover la expansión de ese tipo de agricultura podría interpretarse como una recomendación tácita, para rebasar los límites de la frontera agrícola y favorecer la expansión hacia áreas sensibles y vulnerables, como laderas y cañadas, lo que conlleva la pérdida de suelo y biodiversidad.

Por lo tanto, los países deberán buscar alternativas tecnológicas que les permitan mejorar la productividad de este tipo de agricultura y, al mismo tiempo, impedir la implementación de incentivos que estimulen la expansión de la superficie de siembra o promuevan la extracción de agua subterránea, como hasta hoy ha sucedido en varios países. Algunas de las intervenciones para mejorar la productividad de este tipo de agricultura son las siguientes: i) favorecer la cosecha de agua, la conservación de agua *in situ* y el manejo integral del agua de lluvia; ii) continuar invirtiendo en investigación científica y tecnológica para desarrollar nuevas variedades (particularmente las que puedan soportar mejor las sequías o el exceso de agua y optimizar la utilización de esta) y prácticas de uso de agua y conservación de suelo y iii) revisar y, en caso necesario, modificar las políticas públicas en esta materia, considerando la implementación de incentivos positivos basados en la sustentabilidad del recurso hídrico, la productividad de la agricultura y la conservación del entorno.

En cuanto a las políticas, se deberán realizar esfuerzos para lograr que los productores, en especial aquellos que practican la agricultura de pequeña escala o la agricultura familiar, cuenten con mercados transparentes de insumos y puedan acceder a ellos de manera competitiva. También deberán considerarse esquemas de reconocimiento a los servicios ambientales que podrían prestar ese tipo de productores, como podrían ser los relacionados con el manejo de microcuencas, la provisión de agua de buena calidad, el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad o del paisaje, los cuales pueden ser construidos en función de criterios analíticos sobre la composición de los ecosistemas. En una visión amplia, estas iniciativas deberán ser parte de una estrategia dirigida a que los productores rurales logren diversificar sus ingresos.

Especial atención deberá brindarse a la implementación de programas de manejo de riesgo, particularmente de seguros agrícolas, como un mecanismo de ayuda a esos productores que tienen un alto grado de dependencia en los ciclos naturales.

## **B. Agricultura de riego**

A lo largo de la historia, el ser humano ha tratado de compensar las fluctuaciones en la disponibilidad de agua de lluvia mediante intervenciones para llevar agua a los cultivos. Esto dio origen a lo que hoy se conoce como agricultura de riego. Son de todos conocidos los ingeniosos sistemas de riego de la antigüedad que ayudaron a las grandes civilizaciones de las Américas y del mundo entero a prosperar, gracias a que dichos sistemas contribuyeron a aportar los alimentos que permitieron el desarrollo de sociedades complejas.

En la actualidad existen más de 277 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura bajo riego, de las cuales más de 44 millones, según la base de datos AQUASTAT (FAO 2013), se encuentran en las Américas (cuadro 3, anexo 3), lo que representa aproximadamente el 12% de las tierras cultivadas en esta región, cuya productividad, como se ha indicado anteriormente, es superior a la que se da en producciones bajo secano.

Se estima que esta superficie continuará creciendo como respuesta a la demanda de una mayor producción de alimentos, pero también en respuesta a los desafíos del cambio climático, ya que el riego es una de las múltiples herramientas que ayudará a la agricultura a enfrentar los retos asociados a este fenómeno. También crecerá gracias al avance de la tecnología que permite extender las áreas de riego sin aumentar la cantidad total de agua suministrada al sector.

La tasa de eficiencia del uso del agua de riego, medida como la cantidad de agua que una planta realmente aprovecha en relación con la cantidad total de agua extraída y suministrada por el riego, ofrece grandes oportunidades de mejora, ya que dicha tasa es inferior al 40%. Mejorar la eficiencia generaría importantes ahorros de agua, si se toma en cuenta que por hectárea en el continente se utilizan entre 9000 m<sup>3</sup>/ha/año y 14 000 m<sup>3</sup>/ha/año.

Sin duda, el riego ha sido una intervención humana clave para lograr la disponibilidad de alimentos que hoy disfrutamos y continuará siendo una herramienta que, incorporada en un contexto de manejo integral de los recursos hídricos, será de utilidad para que la agricultura enfrente con mayor eficiencia los retos del desarrollo y el cambio climático y contribuya a garantizar la seguridad alimentaria de una población creciente.

El riego hoy enfrenta obstáculos para el logro de ese propósito, pero dichos obstáculos ofrecen oportunidades para la innovación y para la definición de una agenda hemisférica de compromisos comunes. Algunos de los retos más importantes a los que actualmente se enfrenta la agricultura bajo riego en el hemisferio son los siguientes:

- a. Altas tasas de extracción, que han generado la sobreexplotación de muchos mantos acuíferos y que han sido impulsadas mediante “incentivos negativos”, que promueven el uso con base en volumen y no con base en la productividad del agua en la agricultura.
- b. Una baja eficiencia en la utilización del agua en los sistemas de riego, debida a la falta de capacidad de los usuarios, a las tecnologías, infraestructura y métodos de riego utilizados y al tipo de cultivos y especies o variedades cultivadas.
- c. La contaminación de acuíferos por causa de actividades agrícolas, ganaderas, industriales y domésticas.
- d. La existencia de una multi-institucionalidad que regula, y en algunos casos sobrerregula, el uso del agua, lo que afecta el desempeño de la agricultura.
- e. La necesidad de una infraestructura moderna y la rehabilitación de estructura dañada y obsoleta.
- f. La degradación ambiental, que afecta la disponibilidad del agua y la recarga de los acuíferos, manifestada principalmente en la salinización y en algunos casos la sobresaturación de los suelos y el azolve de presas.
- g. El fracaso de muchos grandes proyectos de infraestructura de riego y la necesidad de rescatar los conocimientos tradicionales.
- h. La necesidad de contar con un recurso humano capacitado y preparado para responder a los retos actuales y futuros.
- i. Los derechos de agua y su propiedad; el estatus legal de las aguas subterráneas; los intereses encontrados de los agricultores, que

en muchas ocasiones dificultan la implantación de esos derechos; los problemas de propiedad de las aguas y el establecimiento de volúmenes de extracción máximos son temas comunes en áreas de riego por bombeo.

- j. La exclusión de ciertos grupos sociales o de productores.
- k. La baja eficiencia en la utilización de la precipitación en sistemas de agricultura de secano y el bajo aprovechamiento estratégico del riego en ciertos momentos críticos durante el año (riego complementario).

Un aspecto de importancia para la agricultura bajo riego es promover la reutilización del agua, en particular de la que proviene de los servicios domésticos o que ha sido utilizada con fines industriales, práctica que se ha implementado en diversas condiciones y en distintos países con diferentes grados de éxito.

Desde el punto de vista teórico, la reutilización del agua tiene la ventaja de “aumentar” el recurso, de proteger las cuencas hidrológicas y zonas costeras y de aportar nutrientes a los cultivos, lo que reduce la necesidad de fertilizantes. Sin embargo, en la realidad esa práctica ha mostrado graves limitaciones, debido particularmente a la contaminación con químicos, que no siempre se pueden eliminar, y a la contaminación biológica, que puede afectar la producción de alimentos. Por ello, hay mayores posibilidades de usar esa agua en la producción de cereales que en la de frutas y hortalizas.

En el ámbito del riego agrícola, merece atención el drenaje, en especial en zonas donde la agricultura es intensiva y el exceso de agua provoca la elevación de los mantos freáticos, algunas veces por la saturación natural del suelo, y otras por la inducción de esta a través de prácticas deficientes de riego, el manejo inadecuado del suelo, la aplicación de agua de baja calidad o la combinación de todas estas condiciones, lo que provoca un gran problema en las áreas de cultivo. Los efectos más nocivos del exceso de humedad sobre el suelo y los cultivos es la disminución de la aireación de la zona radicular y los daños que causa a la estructura del suelo. En síntesis, la agricultura de riego no puede ser eficiente, si no considera el tema del drenaje.

Otro problema recurrente en los suelos agrícolas sujetos a riego es la salinización, que se ha convertido en una amenaza para las tierras

irrigadas de alta productividad. Esa condición será también un creciente problema ambiental en aquellas áreas donde los escenarios de cambio climático predicen mayor aridez o en zonas costeras afectadas por la elevación del nivel del mar. La salinidad afecta la estructura de los suelos, debido a la formación de agregados a partir de la floculación y la cementación de los coloides. En las plantas, la salinización impacta mediante dos mecanismos principales: un aumento en la presión osmótica y un efecto tóxico directo. A medida que se incrementa la concentración salina de la solución en el suelo, aumenta la presión osmótica y llega un momento en que las raíces de las plantas pierden la capacidad de absorber agua.

En síntesis, la agricultura bajo riego se encuentra hoy en una encrucijada, ya que independientemente del tipo de agricultura de que se trate, los agricultores y otros actores del desarrollo deben lograr un equilibrio racional entre el uso del agua y la productividad de los cultivos que permita asegurar la sustentabilidad ambiental, económica y social

## **C. La huella hídrica de las actividades agrícolas**

Conforme han aumentado las presiones sobre el recurso hídrico, se ha tratado de desarrollar metodologías para evaluar y cuantificar la cantidad de agua utilizada por las actividades humanas, incluyendo la agricultura, y proporcionar elementos que permitan tomar decisiones para mejorar la gestión del recurso, invertir más inteligentemente, mejorar los procesos productivos y fomentar el diseño de políticas públicas adecuadas.

Una de las metodologías es la denominada “huella hídrica” o “huella de agua”, que fue inicialmente propuesta en 1990 por Ress (1992) y posteriormente por Allan (1998). En la actualidad este concepto se encuentra ampliamente difundido en todos los sectores de la sociedad, pero muchas veces se usa sin un mayor análisis sobre sus ventajas, implicaciones y limitaciones.

De manera general, la “huella hídrica” es un indicador empírico de cuánta agua es consumida, dónde y cuándo, medida a lo largo de la cadena de abastecimiento de un producto. La huella hídrica de

un individuo, comunidad o negocio es definida como el volumen total de agua fresca que es usada para producir los bienes y servicios que son consumidos por el individuo, la sociedad o producidos por el negocio..." (Hoekstra *et al.* 2011). Con estos criterios, hoy día se cuenta con estimaciones de la huella hídrica de casi todos los productos y servicios de la agricultura y muchos países han iniciado programas para definir sus propias huellas hídricas.

El cuadro 4 muestra datos sobre la huella hídrica de varios cultivos, mientras en el cuadro 5 se presentan datos de la huella hídrica de diversos productos de origen animal.

**Cuadro 4. Huella hídrica global promedio de algunos de los principales cultivos agrícolas.**

Tipo de cultivo		Huella hídrica (m <sup>3</sup> . ton <sup>-1</sup> )
<b>Cereales</b>		
	Total cereales	1644
	Trigo	1827
	Maíz	1222
<b>Aceites vegetales</b>		
	Algodón	3800
	Soya	4200
	Palma	5000
	Girasol	6800
	Oliva	14 500
<b>Frutas</b>		
	Sandía	235
	Piña	255
	Papaya	460
	Manzana	820
<b>Jugos</b>		
	Tomate	270
	Naranja	1000

**Fuente:** Mekonnen y Hoekstra 2011.

### **Cuadro 5. Huella hídrica global promedio de los principales productos de origen animal.**

<b>Producto</b>	<b>Huella hídrica (m<sup>3</sup>. ton<sup>-1</sup>)</b>
Carne de ganado bovino en pastoreo	21 829
Carne de ganado bovino en producción intensiva	10 244
Carne de ovino en pastoreo	16 311
Carne de ovino en producción intensiva	5623
Carne de cerdo	5988
Carne de pollo	4325
Huevos de pollos "en pastoreo"	7644
Huevos de pollos en producción intensiva	2874
Leche de ganado en pastoreo	1191
Leche de ganado en producción intensiva	1207

Fuente: Mekonnen y Hoekstra 2012.

Es importante señalar que en la toma de decisiones, la huella hídrica es solo una de las múltiples metodologías que puede ser utilizada para la gestión integrada del recurso hídrico. También conviene mencionar que hasta ahora su medición ha tenido limitados impactos en la definición de políticas públicas (Chapagain y Tickner 2006) y su rol en el comercio no ha sido claramente definido. Si se utiliza adecuadamente la medición de la huella hídrica, podría ayudar a mejorar el conocimiento de las interrelaciones que existen entre el uso del agua, el desarrollo económico, las prácticas de negocios y los riesgos sociales y ambientales (Chapagain y Tickner 2006).

#### **D. Manejo de la contaminación hídrica que causa la agricultura**

La agricultura se desarrolla en una simbiosis de tierras y aguas y, por lo tanto, deben "adoptarse las medidas adecuadas para evitar

que las actividades agrícolas deterioren la calidad del agua e impidan posteriores usos de esta para otros fines” (FAO 1990); sin embargo, informes recientes de la OMS sugieren que la contaminación agrícola ha causado un aumento importante en los niveles de nitrógeno en las aguas subterráneas, los que podrían incrementarse con la intensificación de las explotaciones agrícolas (OMS 2006).

La extracción de agua se ha aproximado al umbral de renovación de los recursos hídricos, e incluso en algunos casos lo ha excedido, lo que ha generado daños en los ecosistemas y ha puesto en riesgo los cauces de los ríos. Generalmente, cuando la disponibilidad de agua es baja, su demanda es mayor y, en consecuencia, se incrementan los casos de escasez y de conflictos. Esta tendencia es acompañada por la degradación de la calidad del agua superficial y subterránea, como resultado de los efluentes combinados de las ciudades y las actividades industriales y agrícolas.

La agricultura es al mismo tiempo causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Es causa, por la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y subterráneas, por la pérdida neta de suelo resultante de prácticas agrícolas inadecuadas y por la salinización y el anegamiento de las tierras de regadío. Es víctima, por el uso de aguas residuales y por la contaminación que otras actividades hacen a las aguas superficiales y subterráneas, lo que afecta a los cultivos y aumenta la posibilidad de transmisión de enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas (Beekman y Biswas 1998). Por esas razones, la contaminación del agua y su relación con la agricultura tienen que ser consideradas desde dos puntos de vista. En primer lugar, desde la perspectiva de la contaminación que la agricultura causa en los recursos hídricos, como resultado del uso de fertilizantes y pesticidas, los efluentes de explotaciones ganaderas o acuícolas y la pérdida y salinización de los suelos. Y en segundo lugar, desde la perspectiva de los efectos que la contaminación del agua causa en la agricultura, que afectan la productividad y, en última instancia, la inocuidad de los alimentos y la integridad de los consumidores.

Parte de la solución se logrará cuando se cuente con sistemas de información y datos confiables, precisos y actualizados sobre la calidad y la cantidad de agua que se usa. Por lo general, las instituciones agrícolas y los usuarios del agua en la agricultura ni generan ni

tienen acceso a estos datos, que cuando existen generalmente también son inexactos y poco actualizados. Se requiere, por tanto, que los ministerios de agricultura fortalezcan sus acciones dirigidas a establecer sistemas de monitoreo e información sobre la cantidad y la calidad del agua que se usa en la agricultura, para lo cual deberán acceder a las nuevas tecnologías e innovaciones en que se utilizan modelos con mediciones espaciales y geo-referenciadas.



# V. Innovaciones para mejorar la productividad del agua en la agricultura

## A. Productividad del agua en la agricultura

Incrementar la productividad del agua en la agricultura es esencial para disminuir la presión en los recursos hídricos, reducir la degradación ambiental y mejorar las condiciones de seguridad alimentaria (recuadro 3). Sin embargo, eso no es un proceso sencillo y no existe una solución “mágica” para lograrlo, ya que para mejorar la productividad del agua se requieren intervenciones en todos los eslabones de su “cadena de uso”, lo que implica mejorar desde la eficiencia en la forma como las plantas utilizan el agua, hasta la manera en que el comercio internacional impacta en su uso y en su productividad.

### Recuadro 3. Productividad del agua

“Mejorar la productividad del agua en la agricultura ayudará a disminuir la presión de los recursos hídricos, la degradación ambiental y contribuirá a la seguridad alimentaria, “liberando” agua para otros usos y sectores. El término productividad del recurso hídrico tiene múltiples interpretaciones y definiciones que dependen del nivel y del usuario, para algunos significa mayor producción por unidad de agua transpirada, para otros mayor producción por cantidad de agua suministrada y aún más, para otros, mejoras en el bienestar por cantidad total de agua usada...”

Molden *et al.* 2003

En este capítulo se describen brevemente algunas innovaciones que, gracias a su potencial para mejorar el uso del agua en la agricultura, deberían ser tomadas en cuenta en la construcción de una agenda común de cooperación. Esas innovaciones corresponden a cuatro grandes áreas de acción: i) utilización del agua por las plantas, ii) mejora en la utilización del agua en las parcelas o unidades de producción, iii) mejoramiento de la conducción y el suministro de agua y iv) innovaciones en el manejo de cuencas. Esfuerzos en todas estas áreas permitirán enfrentar los retos de la escasez física y económica del agua.

Existen dos factores centrales para lograr éxito en la implementación de estas innovaciones. El primero es reconocer que las innovaciones son resultado del avance del conocimiento científico, gracias al cual hoy se entiende mejor el ciclo hidrológico, la forma en que las plantas utilizan el agua, las relaciones entre suelo y agua y las complejas

interrelaciones entre agua, clima y biodiversidad. Por lo tanto, la construcción de una agenda hemisférica de cooperación debe basarse en el compromiso de alentar la investigación y la innovación de manera amplia, con particular énfasis en aquellas disciplinas que permitan dar respuestas prácticas al manejo integral del agua.

El segundo factor central para mejorar la productividad del agua es la participación de los actores de la agricultura, particularmente los productores (grandes, medianos y pequeños), quienes son los responsables finales de la utilización del recurso y tienen el mayor interés en velar por su conservación y por su calidad. En este sentido, es importante reconocer, evaluar y recuperar los conocimientos y buenas prácticas tradicionales y ancestrales que, unidos al conocimiento y las tecnologías modernas, puedan garantizar el manejo integral del recurso hídrico.

## **B. Mejoras en la eficiencia de las plantas para utilizar el agua**

La productividad del agua está en última instancia determinada por la eficiencia en que las plantas utilizan ese recurso, como resultado de la absorción, metabolización y evapotranspiración, que son manifestaciones fisiológicas de las plantas. Durante los últimos 50 años, se han logrado avances significativos en el mejoramiento de la eficiencia con la que las plantas utilizan el agua. También ha sido notoria la liberación de nuevas variedades de ciclos cortos y de variedades de mayor rendimiento que demandan la misma cantidad de agua que las variedades de menor rendimiento. Esto no ha sido siempre el resultado de una mayor eficiencia en la productividad del agua, sino de cambios en la biomasa de las plantas y su relación con la producción de grano. Existen numerosas especies vegetales, domesticadas desde hace miles de años, que hoy día se encuentran marginadas o subutilizadas, a pesar de ser tolerantes a condiciones de limitada disponibilidad de agua ya que cuentan con metabolismos fotosintéticos tipo C4 o CAM que son mucho más eficientes en el uso del agua que la mayoría de los cultivos convencionales. Asimismo, en la actualidad, se continúan generando especies y variedades vegetales que se adaptan mejor a condiciones de disponibilidad limitada de

agua, como por ejemplo variedades con una menor área foliar, lo que les permite hacer frente al estrés hídrico de mejor manera.

Existen evidencias de que, si se siguen los caminos tradicionales del mejoramiento genético, pronto se llegará a los umbrales de la productividad o bien el avance será demasiado lento, dada la urgencia de atender los efectos del cambio climático y las demandas de producción. Ante esta situación, se anticipa que importantes innovaciones futuras vendrán de la “nueva biología”, en que ramas como la biotecnología y la nanotecnología contribuirán significativamente a mejorar la productividad del agua y, por ende, a “liberar” agua de la agricultura que podrá ser utilizada para otros fines. El recuadro 4 muestra en forma resumida algunas de las contribuciones importantes de la biotecnología para mejorar la productividad del agua. Como puede observarse, no todos esos aportes se asocian con la eficiencia de las plantas, sino que algunos también se relacionan con intervenciones que mejoran los procesos de post-cosecha o la salud del suelo.

Estas observaciones confirman la importancia de continuar fortaleciendo la investigación biológica y agronómica para mejorar, recuperar y encontrar especies vegetales que puedan producir más, utilizando más eficientemente el agua o bien para adaptarse a condiciones climáticas extremas, incluida una menor disponibilidad de agua o condiciones de alta salinidad. Investigaciones recientes sobre la forma en que las plantas funcionan han permitido identificar algunos genes que pueden eventualmente incorporarse en cultivares alimenticios para conferirles capacidades de mayor tolerancia al estrés hídrico que generarán ahorros de ese vital recurso.

## **C. Mejoramiento en la utilización del agua en las unidades de producción**

El segundo tipo de innovaciones que se han desarrollado para mejorar el uso del recurso hídrico en la agricultura se refiere a las formas en las que el agua se aplica a nivel de unidad de producción (parcela o granja). En la mayoría de los casos, constituyen combinaciones de

## Recuadro 4. Contribuciones de la biotecnología para mejorar la productividad del agua

1. Obtención de plantas tolerantes a la sequía mediante el mejoramiento tradicional y la modificación genética
  - a. Arroz, trigo y sorgo tolerantes a sequía obtenidos mediante fitomejoramiento
  - b. Maíz GM tolerante a la sequía desregulado por el USDA en 2011
  - c. En la actualidad, pruebas de evaluación de la bioseguridad en maíz, soja y algodón GM de eventos generados en Argentina
2. Uso de técnicas biotecnológicas de biorremediación para limpieza del agua
  - a. Biorremediación microbiana para sanear aguas contaminadas con hidrocarburos o metales pesados (actividad minera)
  - b. Tratamiento de aguas residuales de la actividad agrícola y ganadera (porcinos, aves y vacunos) en lagunas de oxidación, utilizado comúnmente en campos de golf, en la producción de césped, plantas ornamentales y cultivos no hortícolas y en el riego de plantas destinadas al consumo de animales, como gramíneas forrajeras y alfalfa
3. Técnica de limpieza y depuración con “césped de algas”
4. Obtención de plantas tolerantes a agua salina
  - a. Variedades de arroz mejoradas para cuyo riego se utiliza agua salina
  - b. Ensayos de plantas modificadas genéticamente para que toleren la salinidad
5. Mejora de prácticas agrícolas: cobertura de suelo con desechos agrícolas o residuos de cosecha para conservar la humedad del suelo.

tecnologías y técnicas orientadas a mejorar la productividad de todos los recursos con los que cuenta el productor.

Existen tres tipos generales de intervenciones que se pueden realizar en las parcelas o unidades de producción: i) la aplicación de tecnologías y técnicas orientadas a mejorar el manejo del suelo (por ejemplo, la siembra directa o la labranza cero); ii) el mejoramiento del uso de otros insumos, particularmente los fertilizantes y iii) el uso de tecnologías que permiten lograr un suministro más preciso y focalizado del agua de acuerdo con las necesidades de las plantas, tales como el riego de precisión, el microrriego y el riego subterráneo. También existen tecnologías que han mostrado ser benéficas en el uso del agua, como son las técnicas conocidas como “agricultura protegida” y los cultivos hidropónicos.

La combinación de estas intervenciones integradas resulta en lo que se conoce como “agricultura de precisión”. En los casos más avanzados de este tipo de agricultura, se utilizan sistemas computarizados que identifican las necesidades de agua de las plantas durante su ciclo biológico y que, con el apoyo de sistemas satelitales de medición, permiten suministrar, en los momentos oportunos, la cantidad precisa de agua y otros insumos que requiere una planta individual o un grupo de plantas sembradas en una porción muy pequeña de terreno.

Cuando se habla de mejorar el uso del agua en las parcelas, no se puede ignorar la gran importancia del manejo del suelo, ya que la salud de este va de la mano de la productividad del agua. Algunos datos recientes sugieren que las capacidades de desarrollo de más de 1500 millones de personas están amenazadas por la degradación de los suelos.

Los sistemas de innovación agrícola y el sector privado han puesto énfasis en el desarrollo de estos conocimientos y metodologías, de tal suerte que en el mercado existe una gran cantidad de alternativas que pueden ayudar a los productores a aumentar sus rendimientos, al mismo tiempo que mejoran la gestión integral de sus parcelas.

Sin embargo, los productores aún no conocen muchas de esas tecnologías o les resultan inaccesibles económicamente por sus costos o escalas de aplicación. Existe, por lo tanto, una tarea pendiente: cerrar la brecha entre la disponibilidad teórica de esas innovaciones y su

aplicación práctica en el campo, en especial en la pequeña agricultura y en la agricultura familiar que tiene lugar en pequeñas parcelas. Esto confirma la urgencia de los países de ALC de construir y fortalecer los sistemas de transferencia de conocimientos, así como de modernizar los sistemas de extensión agropecuaria.

## **D. Mejoras en la conducción y el suministro del agua**

Existe un tercer tipo de innovaciones relacionadas con la forma en que el agua se lleva hasta los productores, la que se convierte en una de las más importantes interfaces de colaboración entre los usuarios finales y las entidades responsables de la administración del recurso hídrico y que ofrece oportunidades para innovaciones duras (en infraestructura) y blandas (en la forma en que se organiza la gestión de los recursos).

De manera resumida los mayores esfuerzos en el suministro de agua, se han focalizado en:

- a. Mejorar la operación de los sistemas de riego: el propósito central de estas intervenciones, que incluyen no solo mejoras en los canales y sistemas de conducción, sino también en la organización para la gestión, es lograr que las unidades productivas cuenten oportunamente con el agua que requieren, tanto en términos de cantidad como de calidad, sin que haya retrasos en su entrega y pérdidas en su conducción.
- b. Reducir la evaporación del agua: para esto se han hecho esfuerzos dirigidos a rediseñar los canales, redefinir las rutas de distribución, evitar la conducción de agua en tierras improductivas, modificar el tipo de cultivo eliminando especies menos eficientes en el uso del agua y controlar las malezas que compiten con los cultivos por el agua y los nutrientes.
- c. Disminuir la filtración, la escorrentía y la lixiviación (el desplazamiento de sustancias solubles o dispersables, como la arcilla, las sales, el hierro y el humus) causada por el movimiento

del agua en el suelo y que es especialmente pronunciada en los climas húmedos. Esto provoca que algunas capas del suelo pierdan sus compuestos nutritivos y se vuelvan más ácidas; a veces también genera toxicidad.

- d. Minimizar la contaminación del agua y la salinización de los suelos.
- e. Promover el reciclaje y la reutilización del agua.

Dos acciones que han generado resultados positivos para potenciar todas estas intervenciones han sido involucrar a los usuarios en todos estos procesos y facilitar la gestión comunitaria del recurso, particularmente en aquellos territorios donde existen profundos arraigos culturales y tradiciones comunitarias.

## **E. Innovaciones en el manejo de cuencas**

A nivel de cuenca, de nación e incluso de aguas transfronterizas, se han hecho grandes esfuerzos para mejorar la gestión del recurso. Con este fin hoy los países están utilizando ampliamente tecnologías de georreferenciación y geomedición, así como tecnologías espaciales y modelos computacionales.

Los propósitos principales que se persiguen con esas innovaciones a nivel de cuenca son cuatro. El primero es conocer exactamente la disponibilidad de los recursos y su estado y así construir modelos de manejo que permitan enfrentar los retos de la demanda actual y los que están imponiendo el cambio climático y el crecimiento poblacional. En este sentido, los países tienen que fortalecer sus capacidades nacionales y establecer programas de cooperación internacional para construir bases de datos y modelos que permitan asegurar la disponibilidad del recurso.

El segundo propósito de las innovaciones a nivel de cuenca es el apoyar la toma de decisiones relacionadas con la asignación de los recursos a los distintos usuarios, buscando generalmente respaldar el uso del agua en aquellas actividades de mayor retorno o de mayor importancia para el desarrollo humano.

El tercer propósito de las innovaciones a nivel de cuenca tiene que ver con la necesidad de conservar los recursos, tanto en términos de cantidad como de calidad y salud. En este tipo de intervenciones se incluyen innovaciones en modelos de negocios que involucran a los usuarios y los recompensan por los servicios ecosistémicos que proporcionan.

El cuarto propósito de estas innovaciones es establecer sistemas de alerta temprana para el monitoreo de las condiciones climáticas, los volúmenes disponibles de agua y los niveles de contaminación del recurso.

Es claro que mejorar la productividad del agua y lograr un manejo integral de los recursos hídricos es una responsabilidad compartida a todo nivel, por lo que se requiere la participación de investigadores, productores, comunidades, naciones y la comunidad internacional para garantizar la disponibilidad y la integridad de este vital recurso. Sin lugar a dudas, la acción individual de un productor, una comunidad, un gobierno o un investigador será insuficiente para garantizar la disponibilidad del agua que requiere la agricultura en el futuro cercano.





## **VI. Aspectos institucionales que influyen en el uso del agua en la agricultura de las Américas**

**V**elar por los recursos hídricos, cuidar el agua y mantener su integridad obliga a encontrar mecanismos coherentes que permitan asegurar su disponibilidad y calidad para satisfacer las demandas de la creciente población humana, de las actividades económicas que contribuyen a satisfacerlas y que se manifiestan en sistemas de gobernabilidad múltiples y variados que responden a los intereses y objetivos de desarrollo nacional y mundial (recuadro 5).

## **Recuadro 5. Gobernabilidad en la gestión de los recursos hídricos**

Se entiende por gobernabilidad (o gobernanza) del agua a la red de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que se utilizan para desarrollar y manejar los recursos hídricos y para proveer de servicios de agua a los diferentes niveles de la sociedad (GWP 2002).

Dadas las características intrínsecas de la gestión integral de los recursos hídricos, se requieren marcos regulatorios sólidos que permitan asegurar la disponibilidad del agua para las generaciones venideras, articular las demandas y presiones por el uso del recurso de los distintos sectores económicos y actividades humanas y coordinar eficazmente la inversión en infraestructura, innovación y tecnologías.

El sector público tiene la particular responsabilidad de liderar, conducir y coordinar el desarrollo e implementación de políticas coherentes que aseguren el cumplimiento de las metas superiores del desarrollo, como lo son el logro de la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza, así como los objetivos particulares de mejorar la productividad agrícola y conservar los recursos para las generaciones venideras, dentro de los cuales es agua es vital.

Los beneficios de políticas coherentes e integrales se manifestarán en una mayor armonía en la satisfacción de las necesidades de la sociedad con respecto al agua (consumo y sanidad), la conservación de los paisajes y cuencas, y el mejoramiento de la productividad de la agricultura y otros sectores económicos (incluidos el de la energía y el del transporte). De igual manera, políticas coherentes son vitales para

el desarrollo de planes y estrategias que permitan enfrentar los retos que el cambio climático y el crecimiento demográfico nos ofrecen.

El tema del agua en el continente americano y su relación con la agricultura y la seguridad alimentaria es un asunto prioritario incluido en las agendas de todos los países, que es tratado mediante una amplia diversidad de arreglos institucionales y para cuya gestión se utiliza una gran cantidad de instrumentos. El trabajo realizado por el IICA para caracterizar las funciones y las responsabilidades institucionales en materia de agua en ALC reveló que las responsabilidades se asignan de manera muy diversa en los distintos países y confirma los resultados de trabajos anteriores, en especial del trabajo realizado por la OECD (Akhmouch 2012), que muestran que en el hemisferio americano la gestión del agua se realiza mediante la participación de diversos ministerios y niveles de gobierno y con el uso de variados mecanismos de política e instrumentos de gestión. Los anexos 4 y 5 contienen un breve resumen de esos arreglos en países seleccionados del continente americano.

La diversidad de instituciones, políticas, reglamentos y normas, aunada a la multiplicidad de usuarios, genera problemas de coordinación en la implementación y en la articulación de las acciones, en especial a nivel de territorios, lo que resulta en muchos casos en la confusión y el descontrol de los usuarios. La falta de coherencia y articulación entre los diversos mecanismos legales y administrativos se considera como uno de los mayores desafíos que los países tienen que enfrentar para lograr una gestión efectiva de sus recursos hídricos.

Para tratar de solucionar estas deficiencias y mejorar la articulación entre las distintas instancias involucradas en la gestión del agua, algunos países han implementado mecanismos de coordinación, generalmente desde las esferas de los gobiernos federales o nacionales, los que funcionan con diverso nivel de éxito.

En lo que corresponde al agua para la agricultura, los países la administran de diversas formas y los ministerios de agricultura participan en diversos grados y modalidades, limitándose generalmente a la asignación y operación del agua para riego. Sin embargo, el reconocimiento de la importancia que el agua tiene para mitigar los efectos del cambio climático, para aumentar la

productividad de la agricultura y para dar respuesta a las presiones por la sostenibilidad ha llevado a diversos ministerios de agricultura a revisar sus estructuras y funciones. Como resultado, han incluido entre sus funciones, de manera coordinada y con visión de Estado, la gestión coordinada del agua de riego. Casos notorios son Ecuador, que cuenta con una subsecretaría exclusivamente dedicada al tema del riego, y recientemente Perú, que transformó el Ministerio de Agricultura en el Ministerio de Agricultura y Riego (recuadro 6).

### **Recuadro 6. Cambios realizados en el Ministerio de Agricultura de Perú que evidencian la importancia del agua en la agricultura**

El 3 de abril de 2013, Perú anunció la creación del Ministerio de Agricultura y Riego, aprobada por el Consejo de Ministros de ese país, con lo que se transforman y modifican las funciones y la estructura del anterior Ministerio de Agricultura para ajustarse a las demandas y los retos de la actualidad. La nueva estructura incluirá un viceministerio exclusivamente dedicado a la gestión integral del agua para riego. Estos cambios siguen la tendencia observada en países como Ecuador, que cuenta con la Subsecretaría de Riego y Drenaje, dependiente del Viceministerio de Desarrollo Rural.

En otros casos, la utilización de agua por la agricultura se impulsa desde proyectos o programas específicos que generalmente se concentran en mejorar la gestión integral del agua de riego, atraer la inversión y promover innovaciones tecnológicas a nivel territorial o provincial (recuadro 7).

## Recuadro 7. Argentina: focalización de esfuerzos a nivel provincial y territorial para mejorar la gestión integral del agua en la agricultura

- Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), gestionado por la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y cuyo propósito es formular e implementar, a nivel provincial y nacional, proyectos de inversión pública social y ambientalmente sustentables (incluidos proyectos de riego y drenaje), con el fin de incrementar la cobertura y la calidad de la infraestructura rural y de los servicios agroalimentarios.
- Proyecto de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos para el Sector Agropecuario, ejecutado en el marco del Área Estratégica de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que incluye a su vez los siguientes proyectos específicos:
  - Desarrollo de Tecnologías para la Optimización del Riego.
  - Dinámica de la Oferta Hídrica para el Sector Agropecuario y Forestal de Argentina.
  - Manejo Integral del Agua para la Agricultura Familiar y Productores de Áreas de Secano.
  - Modelación Hidrológica para Planificación de Cuencas, cuyos propósitos son los siguientes:
    - a. fortalecer la red interna e inter-institucional;
    - b. incrementar la capacitación de sus recursos humanos;
    - c. avanzar en la conformación de una base de información y en la determinación de la huella hídrica de productos y servicios;
    - d. actualizar la caracterización de diferentes usos agropecuarios;
    - e. desarrollar, actualizar y validar metodologías de predicción de disponibilidades;
    - f. aplicar modelos hidrológicos a diferentes situaciones geomorfológicas;
    - g. incorporar el uso de sensores remotos para la caracterización y determinación de indicadores de desempeño a escala regional; y
    - h. desarrollar y validar tecnologías para la captación y el uso del agua en la producción agrícola, ganadera y forestal de diferentes tipos de productores.

Contrario a los esfuerzos que se están realizando en los países en la gestión del agua de riego, la participación de los ministerios de agricultura en la gestión y el desarrollo de la agricultura de secano, área en que se requiere principalmente la creación de políticas y el desarrollo de incentivos para mejorar la captación y la conservación de agua de lluvia, no parece estar claramente definida ni recibir la atención adecuada, lo que ofrece oportunidades de mejoramiento, ya que en la gran mayoría de extensiones agrícolas de los países del hemisferio se utiliza la agricultura de secano y existen millones de productores, algunos altamente precarios y de alta vulnerabilidad, que dependen del agua de lluvia para sus actividades productivas.

Para revitalizar el uso del agua en la agricultura, se requiere fortalecer las capacidades de los ministerios responsables de la producción agrícola y del desarrollo rural, de manera que logren articularse con otros ministerios involucrados en la gestión de agua, mejorar la integralidad de las políticas públicas, velar por los diversos intereses del sector, asegurar que la agricultura contribuye positivamente a la conservación del recurso hídrico, tanto en términos de cantidad como de calidad, y definir las metas y las prioridades de investigación e innovación en el tema de la gestión y uso del agua en la agricultura.

Existen diversos instrumentos de política pública asociados con el agua, que impactan en la forma en que la agricultura utiliza el agua y que son utilizados por los países para estimular o desestimular su uso, conservación, calidad y reciclaje.

La utilización de dichos instrumentos se refleja, en la mayoría de las ocasiones, en el precio que se paga por el agua y en la forma en que se cobra; también se manifiesta en forma de ayudas internas y en el subsidio a la energía que se requiere para la extracción y el uso del agua. Cada país los aplica de acuerdo con sus modelos de desarrollo y sus principios políticos, sociales y económicos.

Dos temas que requieren particular atención, por su relevancia para lograr nuevos paradigmas que promuevan el uso integral y sustentable del agua en la agricultura, son la propiedad del recurso y los derechos de los diversos actores de la agricultura, incluidos los pequeños agricultores y los pueblos indígenas, de acceder a su uso.

Existe el consenso general de que la propiedad última del agua es de las naciones y que todos los seres humanos tienen derecho igualitario a su acceso. Ese consenso resulta claro en el caso de las aguas que se encuentran dentro de los límites geográficos de los países, pero se vuelve confuso y conflictivo cuando se trata de aguas transfronterizas, ya que acciones en un país pueden afectar el desarrollo, y por ende la agricultura, de los países vecinos. Como se señala en la sección D del capítulo II, en el hemisferio existen diversos cuerpos y cuencas de agua transfronterizas cuya gestión se realiza mediante la acción coordinada de los países que comparten las cuencas correspondientes. Por otra parte, es relevante que los países del continente americano analicen las implicaciones que conlleva para este recurso la compra de tierras por países de fuera de la región.

La agricultura de un país está constituida por múltiples formas de producir y tipos de agricultura, para las cuales el derecho de acceso al uso del agua debería ser equitativo y universal. Esto plantea particularidades especiales que deben atenderse mediante políticas públicas que aseguren una gestión participativa del recurso, que involucren a los usuarios en la toma de decisiones en los distintos niveles y que promuevan la gestión plural del recurso.

De igual manera, las políticas públicas deberán garantizar el acceso al agua a las diferentes “agriculturas” que coexisten en cada país y el reconocimiento de las etnias y las culturas tradicionales (Allaverdian *et al.* 2012). En general, los procesos orientados a esos fines no están institucionalizados en el hemisferio y, en el mejor de los casos, la participación de los sectores sociales, agroempresariales y de la sociedad civil, en la gestión participativa del agua se da en forma aislada y casi exclusivamente a nivel de territorios. Además, por lo general existe una debilidad en la aplicación igualitaria de los principios y una falta sistémica de inclusión de principios y costumbres tradicionales (FAO 2011).

Por otra parte, la resolución de los conflictos relacionados con el agua en la agricultura no incluye la participación de tribunales específicos en la generalidad de los países. Cuando se dan conflictos, estos se resuelven mediante la aplicación de leyes genéricas y juzgados que no conocen la especificidad del tema, lo que causa decisiones muchas

veces erróneas y perjudiciales a la agricultura, en especial cuando los interlocutores no cuentan con poder de negociación o de adecuada representación.

El estado actual de la gobernanza del agua y de los recursos hídricos en el hemisferio ofrece oportunidades para la acción individual de cada país y coordinada a nivel hemisférico y para la cooperación técnica internacional. Algunas de las áreas que se considera que ofrecen mayores oportunidades para la construcción de una agenda hemisférica en materia de gobernanza del sector hídrico son las siguientes:

- a. Desarrollo de políticas integrales de largo plazo con visión de Estado para la revitalización del agua en la agricultura, que guarden coherencia con las condiciones geográficas, los usos, los usuarios y las políticas agrícolas definidas por los países para hacer frente a los retos de la agricultura. Esta definición deberá estar basada en sólidos principios científicos, que tomen en consideración la naturaleza del recurso hídrico y los retos que implica el cambio climático.
- b. Construcción de un ambiente que favorezca la atracción de inversiones para la modernización de la infraestructura hídrica y agrometeorológica, así como la incorporación de nuevas tecnologías, incluidas las espaciales y de la comunicación, como mecanismos para la gestión eficiente del recurso hídrico.
- c. Apoyo del sector público a la creación de las condiciones necesarias para el desarrollo de nuevas innovaciones y para la implementación de las innovaciones de punta existentes en la actualidad, algunas de las cuales implican sistemas de monitoreo georreferenciado, agricultura de precisión y el uso de las nuevas tecnologías para el desarrollo de variedades tolerantes a estrés hídrico.
- d. Impulso de los gobiernos a la renovación y fortalecimiento de los sistemas de educación en la agricultura, incluidos de manera prioritaria programas de creación de capacidades en mujeres, asociaciones de productores y usuarios del agua, debido a que para aplicar las políticas e implementar las innovaciones se requieren nuevas capacidades humanas.

- e. Establecimiento de sistemas de información, incluidos sistemas de alerta temprana, que permitan la toma de decisiones oportunas para diseñar políticas e instrumentos de gestión y realizar acciones oportunas en predios, territorios y zonas productivas.

Al definir las políticas públicas, los gobiernos deberán aplicar una estrategia de priorización y seguimiento, con una visión de largo plazo, de manera que no se limiten a brindar respuestas inmediatas o a ajustarlas a las corrientes y ciclos de moda.





## VII. Recomendaciones

**E**l análisis realizado en los capítulos precedentes muestra los grandes problemas a los que la agricultura se enfrenta en materia de agua. También identifica una serie de oportunidades para la acción conjunta que, aprovechadas apropiadamente, posibilitarán que la agricultura de hoy y del futuro cuente con el agua necesaria, en términos de cantidad y de calidad, para producir los alimentos, las fibras y la energía que requiere la humanidad. Además, se destaca la importancia del manejo integral de los recursos hídricos para asegurar el desarrollo y la sostenibilidad de la agricultura.

Del mismo análisis se infiere que los ministros de agricultura enfrentan numerosos retos en el corto, el mediano y el largo plazo. Uno de los más relevantes es la necesidad de asegurar los volúmenes y la calidad de agua que la agricultura demanda, en un contexto de mayor competencia por el recurso que se torna cada vez más complejo y difícil.

Para lograr que la agricultura cuente con el agua que requiere en términos de cantidad y calidad, los ministerios de agricultura necesitan fortalecer sus capacidades institucionales en un contexto de limitados

recursos humanos, financieros y físicos. Ello los obliga a definir prioridades y a focalizar sus intervenciones en aquellas acciones que ofrecen oportunidades de mayores impactos y mejores retornos en relación con los recursos utilizados y en respuesta a las apremiantes necesidades de los productores y de la sociedad en general.

En este capítulo se proponen cuatro recomendaciones: tres de tipo general y una de naturaleza transversal, que se consideran centrales para asegurar que la agricultura cuente con el agua que requiere en la actualidad y en el futuro. Esas recomendaciones pueden ser utilizadas para construir una agenda hemisférica de cooperación conducente a mejorar el uso integral de los recursos hídricos en la agricultura. Al emitirlas se reconoce la función rectora y de liderazgo de los ministros de agricultura en materia de producción, alimentación, competitividad y sustentabilidad.

Al hacer estas recomendaciones se reconoce que existen múltiples oportunidades de acción; se considera, sin embargo, que las recomendaciones aquí presentadas, son las que ofrecen mayores oportunidades para generar sinergias entre los países y producir resultados positivos en el corto y el mediano plazo y sentar las bases para asegurar la sustentabilidad integral del agua en el largo plazo. Permiten, asimismo, focalizar la aplicación de los escasos recursos existentes en áreas prioritarias y coordinar y orientar el apoyo de las organizaciones internacionales de cooperación técnica y financiera con propósitos claros y visiones de largo plazo.

## **A. Recomendación 1:** *Impulsar el fortalecimiento institucional de los ministerios de agricultura*

Dada la multiplicidad de instituciones nacionales que participan en la gestión del agua en los países miembros del IICA, de foros internacionales (por ejemplo, la CDB, la CMNUCC y la OMC, la GWP y WWC, entre otros) y de compromisos adquiridos en materia de agua, la primera recomendación que se emite es definir un programa hemisférico de fortalecimiento de las capacidades de los ministerios de agricultura para apoyarlos en el diseño e implementación de políticas e instrumentos para el manejo integral del agua para la agricultura

y fortalecer, de esa manera, su capacidad de diálogo, concertación y coordinación con otros sectores económicos de sus países y con la comunidad internacional.

El propósito central de esta recomendación es mejorar la capacidad de gestión de los ministerios de agricultura para: i) asegurar que los objetivos de los productores y los habitantes de las zonas rurales queden incluidos en las políticas nacionales y en los acuerdos internacionales; ii) desarrollar e implementar proyectos de inversión en irrigación y para el manejo y conservación del agua de lluvia para la agricultura de secano, que respondan a las demandas actuales; y iii) asegurar que la agricultura cuente con el agua requerida, en términos de calidad y cantidad, para la producción sustentable y competitiva de alimentos, fibras y energía.

Para lograr este objetivo se proponen las siguientes acciones:

- a. Analizar la estructura institucional actual, las fortalezas y las debilidades e identificar las necesidades de fortalecimiento que en materia de agua para la agricultura se requieren en los ministerios de agricultura de los países miembros del IICA.
- b. Diseñar, establecer y ejecutar un programa de cooperación interamericano para el fortalecimiento de los ministerios.
- c. Promover y fortalecer los mecanismos regionales existentes para el análisis y la definición de estrategias comunes en materia de gestión integral de recursos hídricos para la agricultura.

## **B. Recomendación 2:** *Promover la gestión integrada del agua para lograr la sustentabilidad agrícola y enfrentar los retos del cambio climático*

Uno de los mayores retos para alcanzar la sustentabilidad de la agricultura es lograr que esta se adapte al cambio climático y contribuya a su mitigación. El agua es un recurso determinante para ese propósito, por lo que se recomienda orientar esfuerzos a la adaptación de la agricultura al cambio climático, mediante la gestión integral y el uso

racional de los recursos hídricos con base en sólidos principios científicos y con respeto al ordenamiento jurídico de los países, la tradición y la cultura de las naciones, las comunidades y los pueblos indígenas.

Para alcanzar este propósito se considera prioritario:

- a. Fortalecer y, en caso necesario, desarrollar sistemas de información hidrometeorológicos, de alerta temprana, de gestión de riesgos y de escenarios climáticos, como base necesaria para el diseño e implementación de estrategias de adaptación, incluidos programas de predicción y prevención de eventos extremos y de preparación para hacerles frente que consideren la incorporación de nuevas tecnologías satelitales y de telemetría, geoprocesamiento y georreferenciación, entre otras.
- b. Promover la integración regional de los sistemas de información hidrometeorológica y de alerta temprana, con el fin de que ello permita usar modelos globales para realizar pronósticos más certeros de eventos hidrometeorológicos.
- c. Impulsar procesos de planificación de la agricultura que le permitan adaptarse a los cambios del clima y a la disponibilidad de recursos hídricos, los cuales deberán incluir proyectos de diversificación, reconversión y relocalización de cultivos, entre otras alternativas.
- d. Fortalecer los sistemas de información agropecuaria para conocer el volumen de agua asignada al sector (oferta) y mejorar la toma de decisiones sobre su uso de forma articulada con los sistemas nacionales responsables de la gestión de los recursos hídricos.
- e. Promover la inversión para revitalizar la infraestructura de riego (captación, almacenamiento y distribución), lo que incluye el diseño de nuevos proyectos de infraestructura y la rehabilitación de la existente y la protección y restauración de los acuíferos, con base en claros indicadores de desempeño, incluidos indicadores de inclusión social y de impacto ambiental.
- f. Promover la inversión que mejore la captación, la cosecha y la utilización del agua de lluvia en zonas de secano.

- g. Fomentar la organización de regantes para el mejor manejo del agua y la implementación de medidas de adaptación ante el cambio climático.

### **C. Recomendación 3:** *Fortalecer la innovación para mejorar la productividad de los recursos hídricos en la agricultura*

No será posible asegurar la disponibilidad de alimentos, si los sistemas productivos a lo largo de la cadena agroalimentaria siguen actuando como hasta ahora lo han hecho, en especial de cara a la menor disponibilidad de agua a la que la agricultura se enfrenta. Por lo tanto, es fundamental mejorar la productividad del agua mediante la innovación, que es el objetivo de la tercera recomendación.

Para lograr este objetivo es prioritario que los países focalicen esfuerzos en:

- a. Desarrollar y fortalecer sistemas de información y difusión de innovaciones para el uso del agua en la agricultura, dirigidos especialmente a hacer llegar esas innovaciones a los usuarios, para lo cual se deberá ampliar el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.
- b. Promover el desarrollo de asociaciones público-privadas que permitan mejorar la eficiencia en el uso del agua y reducir la contaminación de los recursos hídricos.
- c. Fortalecer y, en caso necesario, diseñar programas de desarrollo de capacidades para mejorar la productividad del agua, para lo cual se debe brindar particular atención a los diferentes tipos de agricultura y a las distintas condiciones de los usuarios y focalizar los esfuerzos a nivel de cuenca, como unidad integradora.
- d. Focalizar esfuerzos en las siguientes áreas de innovación:
  - i. Identificar, evaluar y difundir tecnologías autóctonas y tradicionales para el uso de agua en la agricultura.

- ii. Promoción del uso de la agricultura de precisión.
- iii. Generación de innovaciones para mejorar el conocimiento, el uso y la sostenibilidad del agua subterránea utilizada en la agricultura.
- iv. Desarrollo de innovaciones en biotecnología (agrícola, animal y alimentaria) para mejorar la productividad del agua.
- v. Evaluar y promover el uso de cultivos alternativos, valiéndose de las numerosas especies y variedades subutilizadas que han mostrado poder adaptarse a condiciones de estrés hídrico.
- vi. Promoción de innovaciones que mejoren el reciclaje y el uso de agua reciclada, lo que se debe combinar con la producción de energía hidráulica.

Para lograr estos propósitos, se insta a continuar trabajando en la articulación de los sistemas de innovación agrícola, así como a ejercer un liderazgo proactivo en la definición de la asignación de los recursos y fondos para investigación en agua para la agricultura, de tal suerte que contribuyan a lograr el objetivo superior de contar con una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva.

#### **D. Recomendación 4:** *Fortalecer la formación de recursos humanos en los nuevos paradigmas para la agricultura*

Para mejorar la productividad del agua en la agricultura y lograr un manejo integral de los recursos hídricos, se requiere que todos los actores involucrados en esas tareas posean un alto nivel de conocimiento en los nuevos paradigmas para la agricultura. Ello les permitirá contar con las capacidades requeridas para innovar y resolver los nuevos problemas que han surgido o puedan surgir en el sector agrícola en un contexto de alta volatilidad de precios. Por tal razón se insta a los ministros de agricultura a:

- a. Impulsar la formación de recursos humanos en nuevos paradigmas que propicien el logro de un sector agrícola competitivo, sustentable e inclusivo.

- b. Proveer a los productores, especialmente a los de naturaleza pequeña y mediana, habilidades y conocimientos que mejoren las capacidades de innovación requeridas para el desarrollo de una agricultura intensificada y sustentable.
- c. Favorecer la formación de una nueva generación de especialistas en la agricultura, de nuevos científicos y de proveedores de servicios.
- d. Reconocer la importancia de la mujer como agente vital para la gestión integral del recurso hídrico, promoviendo iniciativas que ayuden a cerrar las brechas de género, a mejorar la inclusión de la mujer en la toma de decisiones y a lograr el reconocimiento pleno de los derechos de la mujer rural, incluidos aquellos relativos a propiedad, educación y acceso a activos productivos.





# Bibliografía

- Akhmouch, A. 2012. Water governance in Latin America and the Caribbean: a multi-level approach (en línea). París, FR, OECD Publishing. Disponible en <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/50064981.pdf>. Consultado 20 mar. 2013.
- Allan, JA. 1998. Virtual water: a strategic resource global solutions to regional deficits. *Groundwater* 36(4):545-546.
- Allaverdian, C; Apollin, F; Issoufaly, H; Merlet, M; Richard, Y. 2012. Por una justicia social del agua: garantizar el acceso de las agriculturas familiares del Sur al agua (en línea). París, FR, Coordination Sud. Disponible en [http://www.agter.asso.fr/IMG/pdf/csud\\_justicia\\_social\\_del\\_agua\\_2013.pdf](http://www.agter.asso.fr/IMG/pdf/csud_justicia_social_del_agua_2013.pdf). Consultado 1 abr. 2013.
- Banco Mundial. 2008. Informe sobre el desarrollo mundial 2008: agricultura para el desarrollo (en línea). Bogotá, CO, Banco Mundial, Mayol Ediciones, Mundi-Prensa. Disponible en <http://siteresources.worldbank.org/INTIDM2008INSPA/Resources/INFORME-SOBRE-EL-DESARROLLO-MUNDIAL-2008.pdf>. Consultado 10 mayo 2013.
- \_\_\_\_\_. 2013. Indicadores (en línea). Washington, D.C. Disponible en <http://datos.bancomundial.org/indicador/all>. Consultado 23 mar. 2013.
- Beekman, GB. 2007. Climate and national action programs in Latin America. Environmental Science and Engineering. Climate and Land Degradation. Berlin, DE, Springer, p. 583-603
- \_\_\_\_\_. 2011. Water management in Latin America and the Caribbean: role of IICA. Brasilia, BR, IICA.
- \_\_\_\_\_; Biswas, AK. 1998. Water management in Latin America and the Caribbean: role of IICA. *International Journal of Water Resources Management* 14(3):305-313. Londres, UK, Carfax Publishing.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CL). 2011. La economía del cambio climático en Centroamérica: reporte técnico 2011. México, MX, CEPAL, DFID, DANIDA.

Chapagain, AK; Hoekstra, AY. 2004. Water footprints of nations (en línea). Delft, NL, UNESCO-IHE. Disponible en <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf>. Consultado 13 mayo 2013.

\_\_\_\_\_; Tickner, D. 2006. Water footprint: Help or hindrance? *Water Alternatives* 5(3):563-581.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1990. State of food and agriculture. Roma, IT. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/017/t0366e/t0366e.pdf>. Consultado 15 mayo 2013.

\_\_\_\_\_. 1997. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Ongley, ED. Roma, IT. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W2598S/W2598S00.htm>. Consultado 18 jul. 2013. Estudio FAO: Riego y drenaje - 55.

\_\_\_\_\_. 2000. El riego en América Latina y el Caribe en cifras (en línea). Roma, IT. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr20.pdf>. Consultado 12 abr. 2013.

\_\_\_\_\_. 2009. World agriculture toward 2030/2050: how to feed the world in 2050 (en línea). Roma, IT. Disponible en <http://www.fao.org/economic/esa/esag/esag-papers/en/>. Consultado 12 abr. 2013.

\_\_\_\_\_. 2011. The state of the world's water resources for food and agriculture: managing systems at risk. Summary report (en línea). Roma, IT. Disponible en [http://www.fao.org/nr/water/docs/SOLAW\\_EX\\_SUMM\\_WEB\\_EN.pdf](http://www.fao.org/nr/water/docs/SOLAW_EX_SUMM_WEB_EN.pdf). Consultado 12 abr. 2013.

\_\_\_\_\_. 2013. Base de datos AQUASTAT (en línea). Roma, IT. Disponible en <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>. Consultado 9 y 24 abr. 2013.

GWP (Global Water Partnership, SE). 2000. Integrated water resource management. Estocolmo, SE. Background Papers No. 4 Global Water Partnership TAC.

\_\_\_\_\_. 2002. Introducing effective water governance. Estocolmo, SE.

Hoekstra, AY; Chapagain, AK; Aldaya, MM; Mekonnen, MM. 2011. The water footprint assessment manual: setting the global standard (en

- línea). Washington, D.C., US, Earthscan. Disponible en <http://www.waterfootprint.org/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual.pdf>. Consultado 13 mayo 2013.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR), CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CL), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2011. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2011-2012 (en línea). San José, CR. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b2269e/b2269e.pdf>. Consultado 30 abr. 2013.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, UY), PROCISUR (Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur, UY). 2010. El riego en los países del Cono Sur (en línea). Montevideo, UY. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/b2113e/b2113e.pdf>. Consultado 9 abr. 2013.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, CH). 2007a. Climate change 2007: synthesis report (en línea). Ginebra, CH. Disponible en [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf). Consultado 10 abr. 2013.
- \_\_\_\_\_. 2007b. The physical science basis. Summary for policy makers. Ginebra, CH.
- Jarvis, WT. 2006. Transboundary ground water: geopolitical consequences: Common sense and the law of the Hidden Sea. Ph.D. dissertation. Oregon State University. Disponible en [http://www.transboundarywaters.orst.edu/publications/abst\\_docs/Jarvisdissertation.pdf](http://www.transboundarywaters.orst.edu/publications/abst_docs/Jarvisdissertation.pdf). Consultado 22 mayo 2013.
- Jouralev, AS. 2009. El agua en el desarrollo socioeconómico de la región: políticas para el uso sustentable del agua y la prestación eficiente de los servicios públicos vinculados (en línea). Santiago, CL, ILPES. Disponible en [http://www.eclac.cl/ilpes/noticias/paginas/1/35691/andrei\\_jouralev\\_Santiago\\_20.pdf](http://www.eclac.cl/ilpes/noticias/paginas/1/35691/andrei_jouralev_Santiago_20.pdf). Consultado 10 abr. 2013.
- Mekonnen, MM; Hoekstra, AY. 2011. The green, blue and gray water footprint of crops and derived crop products (en línea). Hydrology and Earth Systems Sciences 15:1577-1600. Disponible en <http://www.waterfootprint.org/Reports/Mekonnen-Hoekstra-2011-WaterFootprintCrops.pdf>. Consultado 13 mayo 2013.
- \_\_\_\_\_; Hoekstra, AY. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystem 15: 401-415.

- Miralles-Wilhem, F. coord. 2011. Diálogo Regional de Política de América Latina y el Caribe. Retos y Oportunidades en Adaptación al Cambio Climático en Materia de Agua: Elementos para una Agenda Regional (en línea). Cancún, MX, CONAGUA. Disponible en: <http://www.freshwateraction.net/sites/freshwateraction.net/files/COP16Espanol.pdf>. Consultado 6 mayo 2013.
- Molden, DH; Murray-Rust, H; Sakthivadivel, R; Makin, I. 2003. A water-productivity framework for understanding and action. *In* Kinje, JW; Baker, R; Molden, D. eds. Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. Londres, UK, CABI.
- Narasimhan, TN. 2005. Hydrogeology in North America: past and future. *Hydrogeology Journal* 13 (7):7-24.
- Nelson, GC; Rosegrant, MW; Koo, J; Robertson, R; Sulser, T; Zhu, T; Ringler, C; Msangi, S; Palazzo, A; Batka, M; Magalhaes, M; Valmonte-Santos, R; Ewing, M; Lee, D; Ongley, ED. 1997. Lucha contra la contaminación en la agricultura y en los recursos hídricos. Roma, IT, FAO.
- \_\_\_\_\_; Rosegrant, MW; Koo, J; Robertson, R; Sulser, T; Zhu, T; Ringler, C; Msangi, S; Palazzo, A; Batka, M; Magalhaes, M; Valmonte-Santos, R; Ewing, M; Lee, D. 2009. Climate change: impact on agriculture and costs of adaptation (en línea). Washington, D.C., US, IFPRI. Disponible en <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21.pdf>. Consultado 11 abr. 2013.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Guías para la calidad del agua potable: Primer apéndice de la tercera edición. Volumen I: Recomendaciones. Disponible en [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf). Consultado 17 jul. 2013.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2011. Water for food: innovative water management technologies for food security and poverty alleviation (en línea). UNCTAD – Current Studies on Science, Technology and Innovation no. 4. Disponible en [http://unctad.org/en/docs/dtlstict2011d2\\_en.pdf](http://unctad.org/en/docs/dtlstict2011d2_en.pdf). Consultado 25 jun. 2013.
- Ortiz, R. 2011. El cambio climático y la producción agrícola. Informe de sustentabilidad. Washington, D.C, US, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Puri, S; Aurelli, A. eds. 2009. Atlas of transboundary aquifers: global maps, regional cooperation and local inventories (en línea). París, FR,

- UNESCO-IHP ISARM Programme. Disponible en <http://www.isarm.org/publications/324>. Consultado 9 abr. 2013.
- Ress, WE. 1992. Ecological footprints and appropriate carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization* 4:121-130.
- Rogers, P; Hall, A. 2003. Effective water governance. Estocolmo, SE, GWP. TEC Report No. 7.
- Rosegrant, MW; Cai, X; Cline, SA. 2002. World water and food to 2025: dealing with scarcity (en línea). Washington, D.C., US, IFPRI. Disponible en <http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/pubs/books/water2025/water2025.pdf>. Consultado 20 abr. 2013.
- Sanchez-Albavera, F. 2004. El desarrollo productivo basado en la explotación de los recursos naturales. Santiago, CL, CEPAL. Serie Recursos Naturales en Infraestructura N.º 86.
- Stern, N. 2006. Stern review on the economics of climate change: summary and conclusions (en línea). Disponible en [http://www.hm-treasury.gov.uk/d/CLOSED\\_SHORT\\_executive\\_summary.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/d/CLOSED_SHORT_executive_summary.pdf). Consultado 9 abr. 2013.
- Vergara, W; Rios, AR; Galindo, LM; Gutman, P; Isbell, P; Suding, PH; Samaniego, JL. 2013. The climate and development challenge for Latin America and the Caribbean: options for climate-resilient, low carbon development (en línea). Washington, D.C., US, IDB, ECLAC, WWF. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37720722>. Consultado 12 mayo 2013.
- Wikipedia. 2013. Anexo: presas del mundo (en línea). Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Presas\\_del\\_mundo](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Presas_del_mundo). Consultado 9 abr. 2013.
- Williams, M; Nuttal, N. 2007. Cambio climático golpea fuerte a América Latina y el Caribe (en línea). Disponible en [http://www.unep.org/pdf/ipcc/IPCC\\_spanish.pdf](http://www.unep.org/pdf/ipcc/IPCC_spanish.pdf). Consultado 25 jun. 2013.
- World Future Council. 2013. How does agriculture contribute to climate change (en línea). Hamburgo, DE. Disponible en <http://www.worldfuturecouncil.org/2326.html>. Consultado 20 abr. 2013.
- WWAP (World Water Assessment Programme, FR). 2009. The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World (en línea). París, FR, UNESCO; Londres, UK, Earthscan. Disponible en <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr3-2009/downloads-wwdr3/>. Consultado 9 abr. 2013.

WWF (World Water Forum, FR). 2012. Agenda del agua de las Américas: metas, soluciones y rutas para mejorar la gestión de los recursos hídricos (en línea). Marsella, FR. Disponible en [http://www.unesco.org.uy/phi/fileadmin/phi/infocus/Agenda\\_del\\_Agua\\_de\\_las\\_Americas-1.pdf](http://www.unesco.org.uy/phi/fileadmin/phi/infocus/Agenda_del_Agua_de_las_Americas-1.pdf). Consultado 13 mayo 2013.

## **Anexo 1** **CARACTERIZACIÓN REGIONAL DEL AGUA** **PARA LA AGRICULTURA**

### *Región centroamericana*

La región centroamericana posee un capital hídrico per cápita anual de aproximadamente 23 000 m<sup>3</sup>, que se distribuye de forma heterogénea entre países y dentro de estos, tanto por las diferencias en los regímenes de lluvias como por los sistemas de distribución existentes. El istmo centroamericano cuenta con tasas de precipitación anual que oscilan entre los 1150 mm y los 5000 mm. Además, se observa una marcada estacionalidad en la vertiente del Pacífico, con períodos secos (diciembre-abril) y lluviosos (mayo-noviembre) bien definidos, mientras en la vertiente del Caribe existe un único período lluvioso, con pequeñas reducciones de las precipitaciones en abril y octubre. El recurso hídrico en Centroamérica es clima dependiente. La vertiente del Caribe cuenta con aproximadamente el 70% del recurso y la del Pacífico con aproximadamente el 30%, proporción que es inversa a la de la concentración de la población y las actividades productivas.

A pesar de que Centroamérica cuenta con una cantidad suficiente de recursos hídricos, la disponibilidad de estos para la agricultura se ve afectada por la irregular distribución espacial y temporal de las precipitaciones, por la insuficiencia de obras de regulación, por la degradación de la cuencas y por la mala calidad del agua, factores que

también inciden en la capacidad productiva de esa región. En cuanto al uso del agua, Centroamérica se mantiene dentro de la tendencia mundial: aproximadamente el 70% del agua se destina al uso agrícola.

Desde los años setenta del siglo pasado, el número de eventos extremos de origen hidrometeorológico ha aumentado. Las inundaciones más severas ocurren al norte de la región. Las temperaturas extremas, las sequías y los incendios forestales han aumentado desde los años noventa. Un corredor seco de alta vulnerabilidad cruza toda la región, principalmente en la vertiente del Pacífico.

Una asignatura pendiente en la región es el aprovechamiento conjunto de los recursos hídricos en cuencas compartidas, que abarcan el 37% del territorio de Centroamérica. En este existen 23 cuencas compartidas entre dos o más países, 13 de las cuales poseen ríos que marcan líneas fronterizas. Las cuencas transfronterizas abarcan el 36.9% del territorio de la región (191 449 km<sup>2</sup>), extensión mayor que la de cualquiera de sus países. La cuenca del río San Juan es la más grande de Centroamérica.

Centroamérica cuenta con políticas y estrategias específicas en gestión de recursos hídricos y con instrumentos de carácter sectorial e intersectorial que incluyen el tema del agua para la agricultura, tales como las siguientes: Estrategia Centroamericana para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (ECGIRH), Política Agrícola Centroamericana (PACA), Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS), Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT), Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) y la Política Centroamericana de Gestión Integral del Riesgo (PCGIR). En el marco del Sistema de Integración Centroamericano (SICA), se ha integrado el Grupo Interagencial del Agua, con la finalidad de acordar un programa regional de gestión de los recursos hídricos. En este grupo el sector agropecuario se encuentra representado por el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), que es el órgano regional de los ministros de agricultura de la región.

Las iniciativas regionales más importantes que se encuentran en marcha al momento de escribir este documento son las siguientes: i) el Programa de Capacitación en Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia, que cuenta con el apoyo del

Colegio de Posgraduados de México y la Secretaría del CAC; y ii) el Programa Centroamericano de Recursos Hídricos para Riego y Drenaje, avalado por el CAC y respaldado por el IICA. Es importante destacar que en el marco del SICA las secretarías de consejos de ministros (incluido el CAC) e instituciones especializadas se reúnen tres veces al año para discutir y definir la prospectiva climática, con base en lo cual se prevén oportunidades y amenazas de origen hidrometeorológico (sequías, inundaciones, irregularidades en la precipitación), se anticipan los impactos sobre los distintos sectores, incluido el agrícola, y se formulan recomendaciones para la prevención y mitigación.

Centroamérica tiene un gran potencial de uso de agua de riego en la agricultura. Se estima que el área actualmente irrigada es de unas 500 000 hectáreas y que el área potencialmente irrigable supera los 1.5 millones de hectáreas. El uso del riego mediante la gestión integrada de los recursos hídricos es una de las respuestas más efectivas para impulsar el uso eficiente del agua, promover la adaptación de la producción agropecuaria a los efectos del cambio climático, incrementar el combate contra las sequías y mejorar la productividad, la calidad de los productos, la gestión de riesgos y las condiciones de seguridad alimentaria en la región. Además, el riego permitiría liberar tierras para la protección de cuencas y generación de servicios ambientales.

Para lograr un mejor y mayor aprovechamiento del potencial del agua para la agricultura en esta región se debe: i) fortalecer la institucionalidad para la eficiente aplicación de las leyes y normas, ii) intensificar la conservación de las cuencas hidrográficas, iii) ampliar las áreas de riego y usar eficientemente los sistemas de riego, iv) fortalecer las organizaciones de regantes y mejorar la gestión de los sistemas de riego, v) diseñar y aplicar medidas de regulación del uso del agua, vi) impulsar políticas y productos financieros para el fomento del uso del riego, vii) promover la innovación en riego mediante el desarrollo de las capacidades de los recursos humanos y viii) promover la cosecha y utilización de agua de lluvia.

## ***Región Andina***

La región Andina cuenta con una riqueza hídrica importante que puede constituir un poderoso factor de desarrollo y de bienestar social,

si se sabe manejar y aprovechar sosteniblemente. En esta región llueve en promedio 1853 mm/año, un poco más del doble del promedio global. Cuenta con vastas reservas hídricas en la región de los Andes y con importantes cuencas transfronterizas que abarcan una porción significativa del territorio, lo que ofrece una oportunidad para su gestión conjunta. El alto potencial hídrico está limitado por los impactos y las presiones sobre la oferta y la demanda del recurso, tales como el cambio climático, los fenómenos de El Niño y de La Niña, el crecimiento de la minería y el aumento y localización de la población.

La Comunidad Andina de Naciones (CAN) cuenta con la Estrategia Andina para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (EA-GIRH), publicada en 2012 y aprobada este mismo año mediante la Decisión n.º 763 tomada en el marco de la Tercera Reunión Ordinaria del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores. Esa decisión constituye una norma supranacional de cumplimiento obligatorio para los gobiernos de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Cabe señalar que dicha estrategia se enfoca en el concepto de gestión integrada de los recursos hídricos y no detalla actividades de orden sectorial, como es el caso de la agricultura. La responsabilidad de implementar la Estrategia corresponde al Consejo de Ministros de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la CAN y a las autoridades nacionales del agua de los países miembros, en coordinación con la Secretaría General de la CAN.

La EA-GIRH prioriza las siguientes líneas de acción: i) gestión del conocimiento, ii) fortalecimiento de la gobernanza, iii) cooperación subregional e internacional para la implementación de la EA-GIRH, iv) conservación y uso sustentable de los recursos hídricos en países miembros, v) acciones de respuesta a los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos, vi) gestión integrada de los recursos hídricos en cuencas transfronterizas, y vii) lineamientos y acciones para la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) en el ámbito de los países miembros dentro de la cuenca amazónica.

En el Diálogo Regional de la Amazonía Andina por el Agua, realizado en 2012 por actores de la sociedad civil, los gobiernos y los pueblos indígenas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, organizado por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) y la Iniciativa de Conservación de la Amazonía Andina (ICAA), se identificaron y priorizaron seis acciones: i) definir una visión

integral para el ordenamiento del territorio en la Amazonía Andina, ii) promover la creación de un fondo regional para la protección y conservación del agua y los ecosistemas asociados en la Amazonía Andina, iii) identificar ecosistemas, su estado, usos y usuarios en cada cuenca transfronteriza, iv) diseñar un sistema de monitoreo, compatibilizando estándares de medición de los diferentes países de la Amazonía Andina, v) identificar fuentes de financiamiento y canalizar recursos para acciones transfronterizas y vi) realizar un inventario de información de la oferta hídrica, los mecanismos regulatorios y el ordenamiento territorial.

Las iniciativas regionales más importantes relacionadas con el tema del agua para la agricultura son las siguientes: i) Buenas prácticas agrícolas y mejoras en los sistemas de riego como medidas de adaptación al cambio climático, que constituye una actividad del Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA), dirigido a mejorar la gestión del agua en la agricultura; ii) Programa de Adaptación al Cambio Climático en la Región Andina (CAN, GIZ, BMZ), que promueve medidas conjuntas de adaptación al cambio climático en la agricultura para contribuir a la seguridad alimentaria; iii) Programa Desafío del Agua y la Alimentación, en que participa el CONDESAN, dirigido a incrementar la productividad del agua y a reducir conflictos relacionados con esta mediante el establecimiento de mecanismos que permitan la distribución equitativa de los beneficios; iv) Proyecto de Inversiones en Protección Hídrica-Forest Trends, que cuenta con el apoyo de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y en que participan la Incubadora de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MINAM/CONDESAN), por el Perú, y la Fundación Natura, por Bolivia.

Para lograr un mejor y mayor aprovechamiento del potencial del agua para la agricultura en esta región, la primera condición es llevar a cabo las acciones de la EA-GIRH. Luego se requiere impulsar la gestión eficiente del recurso hídrico de forma articulada entre las autoridades del agua y del sector agrícola, mejorar el manejo y la conservación de las cuencas hidrográficas, aprovechar las oportunidades que brindan las cuencas transfronterizas y promover la cosecha y la utilización de agua de lluvias. De particular interés es lograr acuerdos equitativos en el uso del agua entre la agricultura y otras actividades económicas, particularmente la minería.

## *Región Sur*

La región Sur se caracteriza por ser uno de los graneros del mundo, especialmente por su producción y exportación de soya, maíz y otros cereales, así como de una gran variedad de frutas de clima templado, tropical y subtropical, carne bovina y ovina y productos avícolas. Posee una agricultura comercial muy tecnificada con un uso intensivo del riego. Esta región tiene una vasta extensión y una amplia variedad de ecosistemas, desde los más desérticos hasta los más lluviosos del mundo, con situaciones extremas de oferta y demanda de recursos hídricos y de agua para la agricultura.

La disponibilidad media anual de recursos hídricos en las regiones áridas y semiáridas de Argentina, que comprenden el 76% del territorio nacional, es menor al 14% de los recursos hídricos superficiales del país, el 60% de los cuales están en la región patagónica. Actualmente Chile está sufriendo una de las peores sequías de los últimos 100 años, la que ha afectado seriamente la producción de los frutales de exportación desde la III a la VII región y ha causado que los sistemas de embalses o represas estén prácticamente secos. Por otro lado, se estima que en Uruguay el 90% del agua de lluvia termina en los ríos y se desperdicia en el mar. En la mayoría de los países de la región se han registrado conflictos intersectoriales en el uso del agua, especialmente entre los actores del sector agrícola y aquellos que la requieren para la generación de energía hidroeléctrica y la explotación minera.

Entre los problemas y limitantes más recurrentes en la región con respecto a la gestión del agua se identifican los siguientes: i) debilidad institucional para la planificación y gestión del agua, incluida la prestación de servicios de apoyo, ii) necesidad de fortalecer políticas estratégicas en la gestión del recurso hídrico dirigidas a lograr un equilibrio en su uso en los diversos procesos y territorios, iii) limitaciones para aumentar la cantidad y calidad de la oferta sustentable de agua, iv) débil y deficiente coordinación y articulación intersectorial, v) escasez del recurso hídrico y de infraestructura para su almacenamiento, vi) falta de regulación para garantizar el uso del agua para múltiples propósitos y los derechos de acceso y utilización del agua por los grupos vulnerables, vii) débil gestión del agua subterránea, viii) limitada capacidad de gestión de las organizaciones

de usuarios y poca participación de los ciudadanos y ix) conflictos intersectoriales por el aprovechamiento del agua.

Una ventaja que tiene esta región es la existencia de un mecanismo regional en materia de agua para la agricultura que podría coordinar los esfuerzos para lograr un manejo integral del recurso hídrico, ya que en la XXV Reunión Ordinaria del Consejo de Ministros de Agricultura de la Región Sur, realizada en Buenos Aires el 14 y 15 de marzo de 2013, se acordó crear un grupo ad hoc que reúna a los especialistas técnicos de los países que componen el CAS con el fin de que traten el tema e intercambien experiencias al respecto.

Las potencialidades de la región Sur en relación con el agua para la agricultura serán materializadas, si se fortalece la institucionalidad dirigida a mejorar la definición de responsabilidades y se diseñan políticas más eficientes para el mejor uso del agua, mediante la ampliación de la capacidad de planificación y gestión de recursos hídricos, en especial en los siguientes temas: i) desarrollo y ampliación de infraestructura hídrica en general, y en particular para facilitar el acceso al agua en la agricultura familiar, ii) uso eficiente del agua en la agricultura de riego, iii) desarrollo de capacidades en todos los niveles, iv) coordinación y articulación interinstitucional y entre el sector público y el privado, v) mejora en la regulación de usos y en la protección de los derechos de aguas, vi) reversión de la contaminación y degradación del agua, vii) impulso de la aplicación de la huella hídrica, viii) mejoramiento de los sistemas de información institucional y a los usuarios y ix) mejora en la gestión de las aguas subterráneas, con el fin de asegurar su sostenibilidad.

## ***Región Norte***

En los extensos territorios que abarca la región Norte, que comprende a Canadá, Estados Unidos de América y México, existe una gran variedad de climas y situaciones extremas de oferta y demanda de agua. En general se presentan situaciones de sequías e inundaciones que varían mucho entre los tres países, pues mientras en Canadá es difícil observar una falta de recurso hídrico, las áridas regiones del noroeste y el centro de México, en que habita el 77% de la población y generan el 85% del producto interior bruto (PIB) del país, tienen

serias limitaciones en la disponibilidad de recursos hídricos. Esa situación contrasta con los territorios del sur de México, donde se encuentra la mayor cantidad de recursos hídricos, pero albergan algunas de las poblaciones más pobres. En muchos territorios de la región Norte, particularmente en México, existe una sobreexplotación y contaminación de los mantos hídricos, lo que produce una insuficiente disponibilidad de agua que no contribuye al desarrollo económico ni a la sostenibilidad ambiental.

Entre los problemas y limitaciones más importantes en esta región se identifican los siguientes: i) falta de articulación entre los distintos órganos de gobierno que participan en la gestión del agua, lo que afecta el diseño y la implementación de políticas; ii) conflicto entre sectores por el uso del agua (riego, generación de energía, abastecimiento de la población, otros); iii) necesidad de modernizar la infraestructura hídrica, particularmente en el caso de México; iv) prácticas de producción agrícola que aún dependen de grandes cantidades de agua; v) incremento de la escasez del agua y de la competencia y conflicto entre los sectores que la necesitan; vi) pobre calidad del agua, lo que conlleva riesgos para la inocuidad de los alimentos y la sanidad de los animales y vii) prácticas de conservación ineficientes.

En los países de la región Norte, por el tipo de organización político-jurídica que poseen (federal y estatal en los Estados Unidos y México, y federal y provincial en Canadá), existe un alto grado de descentralización y autonomía. Debido a ello, en general los recursos hídricos se gestionan de manera descentralizada y la gran mayoría de las decisiones al respecto quedan en manos de los estados e incluso de los municipios, los condados y las provincias, lo que en ocasiones dificulta la gestión integrada entre las distintas esferas económicas y las regiones de los países.

Si bien esta región cuenta con una sólida institucionalidad, es posible que algunas reformas puedan ayudar a la región a consolidar su liderazgo en el manejo sustentable del agua. Algunas áreas que presentan oportunidades son las siguientes: i) fortalecimiento de la institucionalidad dirigida a mejorar la participación de los ministerios de agricultura en la gestión y el diseño de políticas sobre el agua; ii) desarrollo de proyectos hidroagrícolas para conservación y captura de agua, expansión del abastecimiento de ese recurso y una mejor

gestión de las aguas superficiales; iii) promoción de acciones más intensivas para adaptar o mitigar el efecto del cambio climático y el agua para la agricultura; iv) desarrollo de soluciones para el manejo de conflictos intersectoriales por demanda de agua; v) impulso a la gestión del conocimiento e información sobre buenas prácticas en la gestión del agua para la agricultura; vi) apoyo al desarrollo de investigaciones y su validación para mejorar las tecnologías e innovaciones de gestión del agua para la agricultura y vii) construcción de obras de infraestructura necesarias para la extracción y utilización de agua en la agricultura.

Esta región también tiene la oportunidad de fortalecer la cooperación Norte-Sur para la transferencia de conocimientos, tecnologías e innovaciones en gestión del agua.

## *Región Caribe*

La región Caribe está integrada por 14 países, que incluyen, además de los países insulares, a Guyana y Surinam. Todos tienen distintas realidades, pero comparten objetivos y temas comunes. En ellos existen diferentes grados de desarrollo en cuanto a la gestión integral de los recursos hídricos. Lograr un abastecimiento seguro de agua fresca es uno de los grandes retos para los gobiernos de esta región. Una gran proporción de los países que la conforman tienen una disponibilidad anual per cápita inferior a los 1000 m<sup>3</sup> anuales, nivel que está muy cercano a los límites mínimos para el desarrollo humano. La región Caribe utiliza tanto agua superficial como agua subterránea, cuya extracción varía también de país en país. En aquellas situaciones donde la topografía se convierte en una limitante para acceder a agua y donde la demanda rebasa la oferta, la práctica de captación de lluvia (o cosecha de agua de lluvia) y la desalinización de agua de mar son prácticas comunes.

La reciente crisis de los alimentos y la alta variabilidad en su precio, que de manera significativa han afectado las finanzas de los países debido a su alta dependencia en alimentos importados, ha obligado a la región a revisar seriamente todas sus políticas agrícolas y alimentarias. La iniciativa Jagdeo propone transformar la actividad agrícola en la región, con el fin de asegurar simultáneamente el suministro de alimentos y la conservación de la base de los recursos naturales. En esta iniciativa

claramente se define que esos objetivos se pueden alcanzar, solo si se cuenta con la participación del sector privado.

La implementación de esta iniciativa y la reactivación de la agricultura en la región resultarán en una mayor presión por el agua, principalmente para riego, lo que hace urgente la definición de políticas y el fortalecimiento de la institucionalidad de los ministerios de agricultura para articular su implementación, asegurar el suministro de agua y prevenir su contaminación (Vergara *et al.* 2013). También serán necesarias inversiones que permitan mejorar la captación y conservación del agua. Los procesos de institucionalización del uso del agua en la región Caribe es un proceso continuo. Los países que cuentan con las políticas más avanzadas en la región son Granada, Jamaica y Barbados. Otros países están promoviendo la gestión integral de los recursos hídricos, incluida la gestión de áreas costeras y la incorporación de sistemas de alerta temprana. A pesar de los avances que se han dado en los últimos años, la región aún no tiene un buen historial en el manejo de cuencas y aguas subterráneas. Lo que se agrava por la topografía de las islas, que las convierte prácticamente en cuencas aisladas, altamente vulnerables, de tal suerte que fenómenos que en otras condiciones serían locales, se sienten en toda la isla.

Entre los problemas y factores limitantes más recurrentes en la región se identifican los siguientes: i) falta de estructuras institucionales necesarias para la gestión de los recursos hídricos (política, legislación moderna, sistemas de gestión en el ámbito nacional); ii) urgencia de desarrollar estrategias integrales de manejo del agua en la agricultura, iii) definición de estrategias que permitan responder en forma equilibrada a la demanda de agua de los distintos sectores económicos, sin que ello vaya en detrimento de la productividad agrícola, y iv) existencia de conflictos crecientes por el uso del agua.

Las potencialidades de la región Caribe en relación con el agua para la agricultura serán materializadas, si se realizan acciones como las siguientes: i) desarrollar instrumentos legales para promover la cooperación entre los usuarios del agua, ii) promover la formación de recursos humanos para el impulso al uso tecnificado del agua para la agricultura, iii) fortalecer la institucionalidad oficial para la gestión integrada del agua y iv) implementar proyectos estratégicos para el uso eficiente del agua para la agricultura.

## Anexo 2

### EXPERIENCIAS EN PAÍSES DE AMÉRICA QUE MUESTRAN UN USO INTEGRAL DEL AGUA EN LA AGRICULTURA EN PREPARACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

País	Iniciativas
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012-2027, MAGAP, alcance nacional.</li> <li>• Iniciativa 2 - Estrategia Nacional de Cambio Climático, Ministerio del Ambiente.</li> </ul>
Belice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer una unidad de irrigación en el marco del Agricultural Enterprise Project.</li> </ul>
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Construcción de la Agenda Nacional del Agua, que incluye un capítulo sobre agricultura.</li> <li>• Iniciativa 2 - Programas de uso y administración de microcuencas.</li> <li>• Iniciativa 3 - Municipalidades con servicios ambientales.</li> <li>• Iniciativa 4 - Planes de uso racional que implementa el SENARA.</li> </ul>
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Desarrollo agroproductivo de zonas de riego a través de tecnologías de riego de uso eficiente del agua (goteo o microaspersión). El propósito es optimizar el uso del agua en la producción agropecuaria mediante tecnologías de riego apropiadas. Es ejecutada por el MAG a través de la División de Riego y Drenaje, con financiamiento del Gobierno de Japón.</li> <li>• Iniciativa 2 - Ampliación de áreas agrícolas con riego a través de sistemas operados con energía renovable fotovoltaica, cuya ejecución está por iniciar en 250 hectáreas. El propósito es modernizar la agricultura de riego y minimizar los costos de operación de los regantes. Es ejecutada por el MAG a través de la División de Riego y Drenaje y cuenta con financiamiento del Gobierno de Corea.</li> <li>• Iniciativa 3 - Instalar plantas de tratamiento de aguas en los distritos de riego, para la reutilización de aguas residuales. El propósito es mejorar la calidad del agua para uso agrícola y ampliar la disponibilidad de agua para riego. Es ejecutada por el MAG a través de la División de Riego y Drenaje y las asociaciones de regantes, y es financiada por el Gobierno de El Salvador.</li> <li>• Iniciativa 4 - Formulación de un marco normativo e institucional para el uso del agua en la agricultura (política y ley de riego y avenamiento). Su propósito es normar y orientar el desarrollo de la agricultura bajo riego. Está a cargo del MAG y de la Secretaría Técnica de la Presidencia.</li> </ul>

<p><b>Guatemala</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Política Nacional de Riego. Sus propósitos son incrementar la eficiencia productiva, procurar la sostenibilidad ambiental del riego, ampliar las áreas de agricultura bajo regadío, incrementar la productividad y la producción neta de alimentos, mejorar la gobernabilidad del uso del agua, incrementar la competitividad de pequeños y medianos productores y promover la equidad en el goce de los beneficios que devienen del acceso al riego. La institución responsable es el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).</li> <li>• Iniciativa 2 - Política Agrícola, Pecuaria, Forestal e Hidrobiológica. Su propósito es implementar modelos de producción sostenibles y culturalmente pertinentes en materia agrícola, pecuaria, forestal e hidrobiológica, con la perspectiva de alcanzar el pleno desarrollo humano de las comunidades rurales. La institución responsable es el MAGA.</li> <li>• Iniciativa 3 - Política Socio-ambiental. Su propósito es garantizar la sostenibilidad ambiental de las políticas dirigidas a promover la economía campesina.</li> </ul>
<p><b>Honduras</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Gestión integral del recurso hídrico (DRH/PRONAGRI).</li> <li>• Iniciativa 2 - Implementación de políticas de inversión en infraestructura de almacenamiento (presas y/o estanques) y distribución del agua para riego (DRH/PRONAGRI).</li> <li>• Iniciativa 3 - Gestión de asistencia técnica y financiera con la cooperación internacional (DRH/PRONAGRI).</li> <li>• Iniciativa 4 - Ejecución de proyectos y programas de riego de diferente magnitud (DRH/PRONAGRI).</li> <li>• Iniciativa 5 - Consolidación de los grandes, medianos y pequeños sistemas de riego ya existentes (DRH/PRONAGRI).</li> </ul>
<p><b>Nicaragua</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Políticas que incentiven la inversión privada en obras de captación y distribución del agua para riego.</li> <li>• Iniciativa 2 - Políticas sobre tarifas y penalidades ambientales.</li> <li>• Iniciativa 3 - Políticas sobre aguas subterráneas.</li> <li>• Iniciativa 4 - Políticas sobre la investigación y extensión.</li> <li>• Iniciativa 5 - Políticas de financiamiento a la inversión privada.</li> </ul>
<p><b>Panamá</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Consulta con el sector privado.</li> <li>• Iniciativa 2 - Conformación de cuatro equipos de trabajo para apoyar el sector privado.</li> <li>• Iniciativa 3 - Sistemas de información geográfica (SIG).</li> <li>• Iniciativa 4 - Banco de proyectos de riego.</li> <li>• Iniciativa 5 - Estudios estratégicos, centro de capacitación en riego moderno, mejoras en la capacidad científica y técnica del MIDA.</li> </ul>

<p><b>Canadá</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua para la agricultura.</li> <li>• Tecnologías e innovaciones de irrigación para conservar el agua y la energía.</li> <li>• Monitoreo climático y programación de la irrigación en tiempo real.</li> <li>• Tecnologías de calidad y tratamiento para mejorar el agua para usos agrícolas.</li> <li>• Tratamiento de las aguas residuales de la agricultura para reducir los impactos de las actividades agrícolas.</li> <li>• Huella hídrica de la agricultura.</li> <li>• Desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones en la agricultura para respaldar la adaptación a la variabilidad y cambio climáticos.</li> </ul>
<p><b>Estados Unidos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• National Water Quality Incentives Program, del USDA: el propósito es brindar asistencia técnica, financiera y educacional para implementar prácticas de gestión, obras y “<i>vegetative practices</i>” (uso de los humedales para remover contaminantes de la escorrentía superficial y reducir el potencial de la erosión).</li> <li>• Conservation Reserve and Conservation Reserve Enhancement Programs, del USDA: son iniciativas financieras que instan a los agricultores y ganaderos a proteger de forma voluntaria los recursos hídricos, la flora, la fauna y el suelo.</li> <li>• Agricultural Management Assistance (AMA), del Natural Resources Conservation Service (NRCS) del USDA: el propósito es brindar asistencia técnica y financiera a productores rurales para que aborden en forma voluntaria asuntos como la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua y el control de la erosión mediante la adopción de medidas de conservación en los procesos productivos.</li> <li>• Agricultural Water Enhancement Program (AWEP), del USDA: promueve alianzas para la gestión de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas entre los gobiernos federal, estatales y locales, los gobiernos de los grupos indígenas y las organizaciones no gubernamentales. Constituye un programa de incentivos a la conservación voluntaria mediante la asistencia técnica y financiera a los agricultores incluida en acuerdos plurianuales.</li> <li>• Clean Water Act, Section 319(h) – EPA: el objetivo es brindar financiamiento a agencias indígenas y estatales para implementar programas aprobados de actividades que son fuentes no puntuales de contaminación, como las de la agricultura.</li> </ul>
<p><b>Argentina</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), gestionado por la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y cuyo propósito es formular e implementar, a nivel provincial y nacional, proyectos de inversión pública social y ambientalmente sustentables (incluidos proyectos de riego y drenaje), con el fin de incrementar la cobertura y la calidad de la infraestructura rural y de los servicios agroalimentarios.</li> </ul>

<p><b>Argentina</b> (Cont...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 2 - Proyecto de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos para el Sector Agropecuario, ejecutado en el marco del Área Estratégica Recursos Naturales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que incluye a su vez los siguientes proyectos específicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de Tecnologías para la Optimización del Riego.</li> <li>- Dinámica de la Oferta Hídrica para el Sector Agropecuario y Forestal de Argentina.</li> <li>- Manejo Integral del Agua para la Agricultura Familiar y Productores de Áreas de Secano.</li> <li>- Modelación Hidrológica para Planificación de Cuencas, cuyos propósitos son los siguientes: a) fortalecer la red interna e inter-institucional; b) incrementar la capacitación de sus recursos humanos; c) avanzar en la conformación de una base de información y en la determinación de la huella hídrica de productos y servicios; d) actualizar la caracterización de diferentes usos agropecuarios; e) desarrollar, actualizar y validar metodologías de predicción de disponibilidades; f) aplicar modelos hidrológicos a diferentes situaciones geomorfológicas; g) incorporar el uso de sensores remotos para la caracterización y determinación de indicadores de desempeño a escala regional; y h) desarrollar y validar tecnologías para la captación y el uso del agua en la producción agrícola, ganadera y forestal de diferentes tipos de productores.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Brasil</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF): La integración del río São Francisco con las cuencas de los ríos temporales del Semiárido será posible con el retiro continuo de 26.4 m<sup>3</sup>/s de agua, lo que equivale a 1.4% del caudal que sale de la represa de Sobradinho (1850 m<sup>3</sup>/s) en el trecho del río donde se realizará la captación. Esa cantidad de agua será destinada al consumo de la población urbana de 390 municipios de las regiones del Agreste y del Sertão de los cuatro estados del Nordeste Septentrional. En los años en que la represa de Sobradinho esté generando agua, el volumen captado podrá ser ampliado hasta 127 m<sup>3</sup>/s, lo que contribuirá a garantizar aún más la oferta de agua para usos múltiples (Ministerio de Integración Nacional).</li> <li>• Iniciativa 2 - Programa 2013 - Agricultura Irrigada: Sus objetivos son: a) concluir la implementación de las etapas necesarias para viabilizar la producción de los proyectos públicos de irrigación existentes, b) revitalizar la infraestructura de uso común y c) promover la exploración de las áreas ya implementadas de conformidad con la legislación ambiental, con vistas a la transferencia de la gestión. Las metas son las siguientes: a) promover la asistencia técnica y la extensión rural en las áreas con agricultura irrigada, buscando el uso racional del suelo y el agua y el manejo adecuado de los cultivos; b) impulsar la capacitación en agricultura irrigada en conjunto con instituciones gubernamentales, no gubernamentales y el sector privado; c) promover la implementación de nuevos proyectos en áreas con potencial para aumentar la agricultura irrigada e incrementar</li> </ul>

<p><b>Brasil</b> (Cont...)</p>	<p>una producción agrícola de mayor valor agregado; y d) reformular el marco legal de la Política Nacional de Irrigación, elaborar el Plan Director Nacional de Irrigación y reestructurar la gestión de la agricultura irrigada en articulación con las políticas públicas pertinentes. Responsable: Ministerio de Integración Nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 3 - Produtor de Água: su objetivo es reducir la erosión y la sedimentación de los manantiales en las áreas rurales. El programa, de adhesión voluntaria, prevé el apoyo técnico y financiero a la ejecución de las acciones de conservación del agua y el suelo, como por ejemplo la construcción de terrazas y cuencas de infiltración, la readecuación de los caminos vecinales, la recuperación y protección de nacientes, la reforestación de las áreas de protección permanente y de reserva legal, el saneamiento ambiental, etc. También prevé el pago de incentivos (o algún tipo de compensación financiera) a los productores rurales que, de forma comprobada, contribuyen a la protección y recuperación de manantiales, generando de esa manera beneficios para la cuenca y la población. La entrega de los incentivos se realiza solamente después de la realización, parcial o total, de las acciones y prácticas de conservación previamente acordadas y los valores por pagar se calculan de acuerdo con los resultados: abatimiento de la erosión y de la sedimentación, reducción de la contaminación difusa y aumento de la infiltración del agua en el suelo. Responsable: ANA.</li> <li>• Iniciativa 4 - Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (Moderinfra): el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA) apoya el uso de la agricultura irrigada. Además de generar ingresos para el productor, el uso racional del agua destinada a la irrigación ayuda a preservar el medio ambiente, lo que hace que la técnica sea sustentable y rentable. Mediante políticas de fomento de la técnica, que ya es conocida por los agricultores, y líneas específicas de crédito, como el Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (Moderinfra), el MAPA incentiva el uso de la irrigación en las pequeñas, medianas y grandes fincas agrícolas. En la zafra actual, el Moderinfra está ofreciendo a los productores R\$1000 millones de recursos para adherirse al programa. El financiamiento, con una tasa de interés anual de 6.75%, permite el pago hasta en 12 años. Con el fomento del uso de la agricultura irrigada por parte del gobierno federal, el productor puede prepararse mejor para enfrentar los fenómenos climáticos que afectan el sector agropecuario, no solo en el Semiárido, sino también en otras regiones del país donde se requiere irrigación. Como complemento al uso de la práctica, debe incluirse el drenaje agrícola en los proyectos de irrigación, debido a la importancia de controlar el exceso de agua y de reducir el proceso de salinización en las tierras bajo irrigación. Responsable: MAPA.</li> <li>• Iniciativa 5 - Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) y Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2):       <ul style="list-style-type: none"> <li>- El objetivo del P1MC es beneficiar a cerca de cinco millones de personas que habitan en la región del Semiárido con agua potable para</li> </ul> </li> </ul>
------------------------------------	--

<p><b>Brasil</b> (Cont...)</p>	<p>beber y cocinar puesta a disposición mediante un millón de cisternas, que en conjunto constituirían una infraestructura descentralizada de abastecimiento con capacidad para 16 000 millones de litros de agua. Responsable: Articulação do Semiárido (ASA).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El objetivo del P1+2 es ir más allá de la captación de agua de lluvia para el consumo humano, avanzando hacia la utilización sustentable de la tierra y la gestión apropiada de los recursos hídricos para la producción de alimentos (animales y vegetales), promoviendo la seguridad alimentaria y la generación de ingresos. En la región del Nordeste, se aplica la estrategia nacional de focalizar las acciones en la solución de los problemas de escasez hídrica, mientras en las demás regiones (Norte, Centro-occidental, Sur y Sureste), el objetivo principal es garantizar la calidad del agua.</li> </ul>
<p><b>Chile</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Plan de Embalses, que establece la priorización de nuevas obras de regulación que generarán nuevos derechos y seguridad hídrica (Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego - CNR).</li> <li>• Iniciativa 2 - Reglamento de Caudales Ecológicos, que integra variables medioambientales en el otorgamiento de derechos (Dirección General de Aguas, DGA - Ministerio de Medio Ambiente).</li> <li>• Iniciativa 3 - Reglamento de Aguas Subterráneas, que permite articular proyectos de infiltración (DGA).</li> <li>• Iniciativa 4 - Estrategia de Recursos Hídricos, que define los ejes estratégicos para la gestión de recursos hídricos del país a futuro (DGA) y Modificación al Código de Aguas, que eleva las penas por usurpación y robos de agua, amplía las facultades fiscalizadoras de la DGA y facilita la inscripción de organizaciones de usuarios de agua (DGA).</li> <li>• Iniciativa 5 - Modificación de la Ley 18.450, que permitirá la bonificación de obras medianas y aumentará el número actual de beneficiados (CNR).</li> </ul>
<p><b>Paraguay</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 – Estrategia Cultivando Agua Buena. Su objetivo es gestionar de forma más sostenible el agua, la vida y el suelo de la cuenca del río Paraná, tomando en cuenta todas las localidades de la zona. En total son 29 municipios los que se benefician de la estrategia, compuesta por 20 programas y 63 proyectos. Participan 2146 organizaciones cuya finalidad es promover la sostenibilidad en la región mediante la educación ambiental y la participación ciudadana, que es una de las claves de la estrategia.</li> <li>• Iniciativa 2 - Proyecto de Modernización del Sector del Agua y Saneamiento en la Región Oriental del Paraguay, coordinado por la Secretaría del Ambiente (SEAM). Su propósito es delimitar y codificar las unidades hidrográficas del Paraguay.</li> <li>• Iniciativa 3 - Programa de Gestión por Cuencas, coordinado por Itaipú. En las grandes cuencas, la salud del río es consecuencia directa de las medidas adoptadas para controlar el escurrimiento superficial y favorecer la infiltración del agua en el suelo, prevenir la erosión, reducir el aporte de sedimentos y nutrientes y mantener la biodiversidad de la cuenca, asegurando la conectividad entre las diferentes microcuencas hidrográficas.</li> </ul>

<p><b>Paraguay</b> (Cont...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 4 - Proyecto de Modernización del Sector del Agua y Saneamiento en la Región Oriental del Paraguay.</li> <li>• Iniciativa 5 - La Itaipú y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO) preparan la instalación en Foz do Iguacu del Centro Internacional de Hidroinformática, que involucrará a instituciones y órganos gubernamentales paraguayos y brasileños. Los primeros contactos internacionales ya están siendo realizados por gestores de las universidades de ALC.</li> </ul>
<p><b>Uruguay</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Capítulo 5 – Líneas de Acción “Rumbo al Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos”.</li> <li>• Iniciativa 2 - Convocatoria a la presentación de anteproyectos de riego y uso asociativo del agua para la producción (MGAP).</li> <li>• Iniciativa 3 - Proyectos de Irrigación del Departamento de Recursos Naturales y del Ministerio.</li> <li>• Proyecto Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático (DACC). “Manejo Sostenible de los Recursos Naturales y Adaptación al Cambio Climático” (préstamo BIRF 8099 UY).</li> </ul>
<p><b>Dominica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FAO/TCP: Estudio de viabilidad de la irrigación de pequeña escala, 1998.</li> <li>• Proyecto de Irrigación de Penville Savanne (menos de 40 acres), FAO, 2008.</li> <li>• Sistema de Irrigación de Castle Bruce (250 acres), financiado por la Unión Europea (UE), 2005.</li> <li>• Proyecto de Irrigación de Calibishie (320 acres), financiado por la UE, 2010.</li> <li>• Proyecto de Irrigación de Milton y Syndicate (50 acres), Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC)/Banco Mundial, 2011.</li> </ul>
<p><b>Guyana</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Takuma Conservancy (embalse), para proveer agua para irrigación (región 2).</li> <li>• Boerasine Conservancy, para fines de irrigación (región 3).</li> <li>• East Demerara Conservancy, para fines de irrigación (región 4).</li> <li>• Proyecto Nacional de Irrigación y Drenaje de Mahaica, Mahaicony y Abary (MMA).</li> <li>• Sistema de irrigación y drenaje de Black Bush Polder.</li> </ul>
<p><b>Haití</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa 1 - Comité de regantes.</li> <li>• Iniciativa 2 - Privilegios a los comités de regantes.</li> <li>• Iniciativa 3 - Mejor disponibilidad de semillas para los comités de regantes.</li> <li>• Iniciativa 4 - Capacitación.</li> </ul>
<p><b>Jamaica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa Nacional para el Desarrollo de la Irrigación (NDIP), con 51 proyectos de irrigación en el país.</li> <li>• Sistema de Irrigación de Pequeña Escala con el Apoyo de Técnicas de Cosecha de Agua de Lluvia - Proyecto de Irrigación por Goteo.</li> <li>• Programa “Arable Lands Irrigated and Growing for the Nation” (ALIGN).</li> </ul>
<p><b>San Vicente y las Granadinas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de un sistema central de microirrigación para atender 1700 acres (cerca de 688 ha), 1998-2003.</li> </ul>

<b>Trinidad y Tobago</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia Nacional para la Adaptación del Sector Azucarero, reforma del sector de la caña de azúcar, Ministerio de Producción Alimentaria.</li> <li>• Gestión del Agua en Fincas (Foro de Actores en Gestión Integrada de Recursos Hídricos), eficiencia en el uso del agua y gestión de la contaminación en el sector agropecuario, WRA/WASA.</li> <li>• Finca Modelo, demostración de un sistema de circuito cerrado para el uso del agua en actividades agrícolas, PCS Nitrogen.</li> <li>• Mega Farms, incentiva las cooperativas, Ministerio de Producción Alimentaria.</li> <li>• Estrategia de Mejoramiento de la Eficiencia del Uso del Agua, WRA.</li> </ul>
--------------------------	---

## Anexo 3. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN PAÍSES DEL CONTINENTE AMERICANO

### A) Superficie con gestión de agua: área equipada para riego

País	Riego con dominio total			Superficie total equipada para riego (1000 ha)	Como porcentaje de la superficie cultivada (%)	Superficie realmente regada (1000 ha)
	Riego superficial (1000 ha)	Riego por aspersión (1000 ha)	Riego localizado (1000 ha)			
Antigua y Barbuda	0.003	0.03	0.10	0.13	2.60	
Argentina	1390.00	65.21	0.00	1550.00	5.47	1356.00
Bahamas						
Barbados				5.44	31.97	
Belice				3.00	3.06	
Bolivia	127.90	0.31	0.00	128.20	3.91	128.20
Brasil	1860.00	2413.00	328.00	5400.00	6.83	4454.00
Canadá	180.90	683.00	6.03	869.90	1.74	
Chile		37.27	6.04	1199.00	44.31	1094.00
Colombia				1087.00	27.19	
Costa Rica	85.48	3.90	13.70	103.10	21.04	101.50
Dominica						
Ecuador	663.90	170.10	19.40	853.40	32.82	619.90
El Salvador	40.04	4.95	0.00	44.99	5.51	
Estados Unidos de América				26 644.00	16.20	22 229.00
Granada	0.00	0.03	0.19	0.22	1.99	
Guatemala	198.60	94.43	19.08	312.10	12.41	312.20
Guyana	150.10	0.00	0.00	150.10	29.78	
Haití	91.50	0.00	0.00	97.00	7.58	65.42
Honduras	73.21	0.00	0.00	87.85	6.02	61.00
Jamaica	19.04	4.41	1.76	25.22	9.70	25.22
México	5802.00	310.80	143.10	6460.00	22.94	5439.00
Nicaragua	61.37	0.00	0.10	94.24	4.22	50.93
Panamá	25.73	8.32	0.57	34.62	5.22	27.48
Paraguay				67.00	2.03	
Perú	1176.00	11.98	7.70	1196.00	28.08	1109.00
República Dominicana	269.70	0.00	0.00	306.50	24.52	269.70
San Cristóbal y Nieves						
San Vicente y las Granadinas	0.00	0.00	0.02	0.02	0.26	
Santa Lucía				3.00	30.00	
Surinam	50.32	0.86	0.00	51.18	98.42	51.18
Trinidad y Tobago	2.89	0.71	0.12	3.60	5.54	3.06
Uruguay	181.00	0.00	0.00	181.00	13.90	181.00
Venezuela	356.10	72.80	20.80	1055.00	32.46	978.80

Fuente: FAO 2013 (<http://www.fao.org/mr/aquasat/>).

La información corresponde al último dato obtenido durante el período 1997-2011.

1 ha = 1 hectárea = 10 000 m<sup>2</sup>

*B) Infraestructura: superficie equipada para riego y porcentaje de superficie cultivada*

Continente/ región	Subregión	Superficie equipada para el riego (millón de hectáreas)			Por agua subterránea		Superficie equipada para el riego como porcentaje de la superficie cultivada		
		1970	1990	2009	Superficie	Porcentaje sobre el total	1970	1990	2009
		<b>Años</b>							
		<b>1970</b>	<b>1990</b>	<b>2009</b>	<b>2009</b>	<b>2009</b>	<b>1970</b>	<b>1990</b>	<b>2009</b>
<b>América del Norte</b>		<b>20.0</b>	<b>27.2</b>	<b>30.2</b>	<b>17.6</b>	<b>58.4</b>	<b>7.5</b>	<b>10.2</b>	<b>12.3</b>
	Estados Unidos y Canadá	16.4	21.6	23.9	15.0	62.9	6.7	9.0	11.0
	México	3.6	5.6	6.3	2.6	41.3	15.5	21.3	22.6
<b>Centroamérica y el Caribe</b>		<b>0.9</b>	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>0.6</b>	<b>33.9</b>	<b>7.8</b>	<b>11.9</b>	<b>12.0</b>
	Centroamérica	0.2	0.4	0.5	0.1	21.4	3.8	5.6	6.6
	Caribe - Grandes Antillas	0.7	1.3	1.3	0.5	39.5	12.5	18.9	18.4
	Caribe - Pequeñas Antillas y Bahamas	0.0	0.0	0.0	0.0	25.5	2.5	7.6	13.9
<b>América del Sur</b>		<b>5.7</b>	<b>9.4</b>	<b>12.4</b>	<b>2.0</b>	<b>16.5</b>	<b>6.3</b>	<b>8.6</b>	<b>9.8</b>
	Guyana	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	34.9	32.8	40.7
	Andes	2.2	3.3	3.8	0.6	16.5	14.0	18.4	21.5
	Brasil	0.8	2.7	4.5	1.0	21.7	1.9	4.7	6.6
	América del Sur	2.6	3.3	3.8	0.4	11.4	7.6	9.6	9.7
<b>América total</b>		<b>26.6</b>	<b>38.3</b>	<b>44.4</b>	<b>20.3</b>	<b>45.7</b>	<b>7.2</b>	<b>9.8</b>	<b>11.5</b>

Fuente: FAO 2013 (<http://www.fao.org/nr/aquastat/>).

### C) Superficie con infraestructura de riego con dominio total

País	Riego con aguas superficiales (1000 ha)	Riego con agua subterránea (1000 ha)	Riego con aguas subterráneas y superficiales mixtas (1000 ha)	Porcentaje de superficie regada con agua superficial	Porcentaje de superficie regada con agua subterránea
Antigua y Barbuda					
Argentina					
Bahamas					
Barbados					
Belice					
Bolivia	119.30	8.90	0.00	93.06	6.94
Brasil	2325.00	545.30	0.00	80.79	18.95
Canadá					
Chile	1841.00	58.90	0.00	96.90	3.10
Colombia					
Costa Rica	85.60	17.52	0.00	83.03	16.99
Dominica					
Ecuador	853.90	9.50	0.00	98.90	1.10
El Salvador				97.00	3.00
Estados Unidos de América		10 835.00			40.11
Granada					
Guatemala	122.30	7.50	0.00	94.22	5.78
Guyana					
Haití					
Honduras					
Jamaica					
México	4129.00	1689.00	437.90	66.00	27.00
Nicaragua	18.41	42.96	0.00	30.00	70.00
Panamá	34.27	0.35	0.00	98.99	1.00
Paraguay					
Perú	1064.00	131.50	0.00	88.96	10.99
República Dominicana	210.40	59.33	0.00	78.01	22.00
San Cristóbal y Nieves					
San Vicente y las Granadinas					
Santa Lucía					
Surinam	51.18	0.00	0.00	100.00	0.00
Trinidad y Tobago					
Uruguay	174.00	7.25	0.00	96.00	4.00
Venezuela	440.70	8.99	0.00	98.00	2.00
<b>Total</b>	<b>11 469.06</b>	<b>13 422.00</b>	<b>437.90</b>	<b>86.66</b>	<b>14.56</b>

Fuente: FAO 2013 (<http://www.fao.org/nr/aquastat/>; consultado 9 abr. 2013).

**D) Infraestructura: presas más altas de América  
(mayores de 130 m)**

N.º	País	Nombre de la presa	Río	Localización	Año (servicio)	Altura (m)	Longitud (m)
1	Argentina	Piedra del Águila	Limay	Provincias de Río Negro y Neuquén	1992	170	820
2	Argentina	Presa de Alicurá	Limay	Patagonia	1985	135	880
3	Brasil	Presa Campos Novos	Canoas	Campos Novos	2006	202	600
4	Brasil	Represa de Itaipú	Paraná		1984	196	7760
5	Brasil	Represa de Barra Grande	Canoas	Río Grande do Sul	2005	185	665
6	Brasil	Presa Emborcação	Paranaíba	Araguari, Minas Gerais	1983	158	1507
7	Brasil	Serra da Mesa	Tocantins		1998	154	1544
8	Brasil	Represa de Foz de Areia	Iguazú	Estado de Paraná	1980	153	828
9	Brasil	Gobernador Ney Braga	Iguazú	Segredo, Paraná	1992	145	700
10	Brasil	Presa de Xingó	São Francisco	Alagoas y Sergipe	1994	140	830
11	Canadá	Presa Mica	Columbia	Revelstoke, Columbia Británica	1961	243	792
12	Canadá	Presa Daniel-Johnson (Manic 5)	Manicouagan	Quebec	1970	214	1314
13	Canadá	Presa W. A. C. Bennett	Peace	Columbia Británica	1968	190.5	2040
14	Canadá	Presa de Revelstoke	Columbia	Columbia Británica	1984	174	1630
15	Canadá	Presa Denis-Perron (Sainte-Marguerite-3)	Sainte-Marguerite	Quebec	2001	171	378
16	Canadá	Robert Bourassa	La Grande Rivière	Quebec	1981	168	2826
17	Chile	Presa Ralco	Bío Bío	Región del Bío Bío	2002	155	360
18	Colombia	Presa de El Guavío	Guavío	Departamento de Cundinamarca	1992	243	390
19	Colombia	Presa del embalse La Esmeralda	Batá	Departamento de Boyacá	1998	237	310
20	Colombia	Presa Ituango	Cauca	Ituango, departamento de Antioquia	2018	225	
21	Colombia	Presa Lengupá	Lengupá			215	660
22	Colombia	Presa Andaquí	Caquetá			206	800
23	Colombia	Presa Sogamoso	Sogamoso	Bucaramanga, departamento de Santander	2013	190	
24	Colombia	Presa Miel I (o Patángoras)	La Miel	Norcasia	2003	188	200
25	Colombia	Represa Salvajina	Cauca	Departamento de Cauca	1985	154	400
26	Colombia	Presa Porce III	Porce	Departamento de Antioquia	2011	151	426

N.º	País	Nombre de la presa	Río	Localización	Año (servicio)	Altura (m)	Longitud (m)
27	Ecuador	Represa de Paute (o Daniel Palacios)	Paute		1991	170	420
28	Ecuador	Ingapata	Paute			166	
29	Ecuador	Guayllabamba	Guayllabamba	Provincia de Pichincha		165	413
30	Ecuador	Presa Paute-Mazar	Mazar		2010	165	310
31	Estados Unidos	Presa de Oroville	Feather	Oroville, condado de Butte, California	1968	235	2317
32	Estados Unidos	Presa Hoover	Colorado		1935	221.46	379.2
33	Estados Unidos	Presa Dworshak	Clearwater (North Fork)	Condado de Clearwater, Idaho	1973	218.6	1002
34	Estados Unidos	Presa Glen Canyon	Colorado		1966	216.4	475.4
35	Estados Unidos	Presa New Bullards Bar	Yuba (ramal Norte)	Condado de Yuba, California	1969	196.6	789
36	Estados Unidos	Presa Seven Oaks	Santa Ana	Mentone, Condado de San Bernardino, California	2000	193	910
37	Estados Unidos	Presa New Melones	Stanislaus	Jamestown, California	1979	190.5	475.5
38	Estados Unidos	Presa Swift	Lewis	Condado de Skamania, Washington	1958	186	640
39	Estados Unidos	Presa Mossyrock	Cowlitz	Condado de Lewis, Washington	1968	184.7	502
40	Estados Unidos	Presa Shasta	Sacramento	Condado de Shasta, California	1945	183.5	1054.5
41	Estados Unidos	Presa New Don Pedro	Tuolumne	La Grange, California	1971	178	853
42	Estados Unidos	Presa Hungry Horse	Flathead	Condado de Flathead, Montana	1953	171.9	645
43	Estados Unidos	Embalse de relaves Arroyo Bruno	Arroyo Bruno	Condado de Custer, Idaho	1983	168	
44	Estados Unidos	Presa Grand Coulee	Columbia	Condados de Grant y Okanogan, Washington	1942	167.6	1592
45	Estados Unidos	Presa Ross	Skagit	Condado de Whatcom, Washington	1949	165	396
46	Estados Unidos	Presa Trinity	Trinity	Weaverville, California	1962	164	793
47	Estados Unidos	Presa Yellowtail	Big Horn	Condado de Big Horn, Montana	1967	160	451
48	Estados Unidos	Presa Cougar	McKenzie (ramal Sur)	Condado de Lane, Oregón	1964	158	488
49	Estados Unidos	Embalse Flaming Gorge	Green	Condado de Daggett, Utah	1964	153	360

N.º	País	Nombre de la presa	Río	Localización	Año (servicio)	Altura (m)	Longitud (m)
50	Estados Unidos	Presa Morrow Point	Gunnison	Cimarron, condado de Gunnison, Colorado	1968	143	211
51	Estados Unidos	Bath County PS Upper Dam	Creek	Condado de Bath, Virginia	1985	140	
52	Estados Unidos	Presa Carters	Coosawattee	Chatsworth, condado de Murray, Georgia	1977	136	
53	Honduras	Presa El Cajón	Humuya	Departamento de Cortés	1985	234	382
54	México	Presa Chicoasén	Grijalva	Chiapas	1980	261	485
55	México	Presa Álvaro Obregón	Mextiquic	Sonora	1952	260	88
56	México	Presa La Yesca	Grande de Santiago	La Yesca, Nayarit	2012	220	628
57	México	Presa Zimapán	San Juan, Tula y Moctezuma	Estados de Hidalgo y Querétaro	1993	203	507
58	México	Presa Aguamilpa	Grande de Santiago	Nayarit	1994	187	660
59	México	Presa El Cajón	Grande de Santiago	Nayarit	2007	178	640
60	México	Presa Huites (o Luis Donald Colosio)	Fuerte	Estado de Sinaloa	1995	155	430
61	México	Presa Infiernillo	Balsas	Estado de Guerrero, Michoacán	1964	149	350
62	México	Presa La Angostura (o Belisario Domínguez)	Grijalva	Chiapas	1974	144	300
63	México	Presa Malpaso (o Netzahualcóyotl)	Grijalva	Chiapas	1964	137,5	478
64	México	Embalse El Novillo (Plutarco Elías Calles)	Yaqui	Sonora	1964		188
65	Paraguay						
66	Perú	Presa de Antamina	(balsa de relaves)	Huaraz, Región Ancash	2001	209	1 050
67	Venezuela	Represa del Guri	Caroní	Bolívar	1978	162	7 426
68	Venezuela	Presa Ing. José María Ochoa Pile	Yacambú	Lara		162	?

Fuente: Wikipedia 2013.

## Anexo 4

### EJEMPLOS DE LA INSTITUCIONALIDAD QUE REGULA EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA EN PAÍSES SELECCIONADOS DEL CONTINENTE AMERICANO.

País	Instituciones, leyes, decretos y otras normas
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Constitución Nacional de 1994 establece que “corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio”.</li> <li>• Puede afirmarse que actualmente no existe en la Argentina una ley nacional de aguas.</li> <li>• La actual legislación nacional está constituida por las normas contenidas fundamentalmente en el Código Civil, el Código de Comercio, el Código de Minería, el Código Penal y leyes federales como las de energía, navegación, transporte, puertos, protección del ambiente y de los recursos naturales, etc., las que contienen disposiciones directa o indirectamente relacionadas con el agua.</li> <li>• La Ley N° 25.688 (2002), Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.</li> <li>• A nivel provincial la situación legal es muy variada. En algunas provincias no existen legislaciones específicas, mientras que otras cuentan con un alto grado de desarrollo normativo.</li> <li>• Las leyes de aguas provinciales, siendo la primera la de Mendoza (1884), que creó el actual Departamento General de Irrigación (DGI), al que asigna el poder de policía de aguas e instituye la participación de los regantes en el uso del agua.</li> <li>• La Subsecretaría de Recursos Hídricos, en su carácter de instancia nacional de coordinación de la política hídrica, lideró junto al Consejo Hídrico Federal el proceso del Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos, cuyo objetivo general es promover la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), mediante un proceso participativo que facilite la coordinación y la cooperación entre todos los organismos, hídricos y no hídricos, que influyen sobre la gestión hídrica.</li> </ul>
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consejo Nacional de los Recursos Hídricos.</li> <li>• Agencia Nacional de las Aguas (ANA).</li> <li>• Consejos de Recursos Hídricos de los Estados y del Distrito Federal.</li> <li>• Comités de Cuencas Hidrográficas.</li> <li>• Ministerio de Planeamiento, Presupuesto y Gestión.</li> <li>• Ministerio de Agricultura, Abastecimiento y Ganadería.</li> <li>• Ministerio del Medio Ambiente.</li> <li>• Ministerio de Integración Nacional.</li> <li>• Compañía de Desarrollo del Valle de San Francisco.</li> </ul>

<p><b>Ecuador</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Constitución vigente en Ecuador determina que la única autoridad responsable del agua en el país es la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), cuya misión es dirigir la gestión integral e integrada de los recursos hídricos en todo el territorio nacional mediante políticas, normas, mecanismos de control y gestión desconcentrada que resulten en la administración eficiente del uso y el aprovechamiento del agua. La SENAGUA forma parte del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.</li> <li>• Los ministerios, agencias e instituciones gubernamentales reconocen a la SENAGUA como la única autoridad responsable del agua en el país.</li> <li>• En materia agropecuaria, el tratamiento del agua para riego, luego de la gestión de la SENAGUA, es conducido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales (GAD provinciales). En estos últimos recae la competencia específica del riego, de acuerdo con el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).</li> <li>• La SENAGUA tiene los instrumentos políticos para la gestión integral del riego.</li> <li>• El país cuenta con políticas para cuencas y para el derecho de uso de agua.</li> <li>• También ha desarrollado el tema de la información y el cobro (tarifa volumétrica: SENAGUA; tarifa básica: GAD).</li> <li>• Hay sistemas que se encuentran bajo la administración, operación y mantenimiento de comunidades campesinas, a las cuales la SENAGUA transfiere las competencias.</li> <li>• La Subsecretaría de Riego y Drenaje del MAGAP coordina sus acciones mediante el Plan Nacional de Riego y Drenaje, cuya coordinación general estaría a cargo del Secretario de Riego y Drenaje.</li> </ul>
<p><b>Costa Rica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley 276 de 1942, Ley de Aguas.</li> <li>• Ley 2726 de 1961, mediante la cual se creó el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).</li> <li>• Ley 6877 de 1983, Creación del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA).</li> <li>• Decreto Ejecutivo n.o 32529-S-MINAE del 2 de febrero de 2005, Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS).</li> <li>• Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA).</li> <li>• Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).</li> <li>• Asociaciones administradoras de sistemas de acueductos y alcantarillados comunales (ASADAS).</li> </ul>
<p><b>Estados Unidos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe un sistema integrado para la gestión de los recursos hídricos.</li> <li>• La gestión integrada de los recursos hídricos se realiza mediante leyes y reglamentos federales, estatutos estatales, instituciones federales y estatales y directrices y políticas de agencias de gobierno que promueven la cooperación intersectorial.</li> </ul>

<p><b>Estados Unidos</b> (Cont...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay mucha confusión en cuanto al papel y las responsabilidades de cada institución en la gestión de los recursos hídricos, debido a la gran cantidad de entidades gubernamentales en el sector.</li> <li>• U.S. Army Corps of Engineers y Department of the Interior’s Bureau of Reclamation: infraestructura hídrica.</li> <li>• U.S. Geological Survey: información sobre disponibilidad hídrica y usos del agua.</li> <li>• Environmental Protection Agency, Department of Commerce’s National Marine Fisheries Service, U.S. Fish and Wildlife Service: administración de las leyes referentes a agua limpia y a la protección de la flora y la fauna.</li> <li>• Otras entidades involucradas en la gestión de los recursos hídricos: Farm Service Agency, Economic Research Service, Forest Service, Natural Resources Conservation Service, Rural Utilities Service (todos bajo el Departamento de Agricultura, USDA); Economic Development Administration, National Oceanic and Atmospheric Administration (ambos bajo el Departamento de Comercio; Food and Drug Administration, Centers for Disease Control and Prevention).</li> <li>• La mayor parte de las actividades de la gestión de los recursos hídricos la realizan agencias e instituciones estatales o locales.</li> <li>• No existe una única agencia federal responsable de la gestión de los recursos hídricos, sino que la responsabilidad recae en las autoridades de la mayor parte de los estados, excepto en algunos temas como la formulación de normas de calidad para proyectos hídricos federales y la resolución de diferendos entre indígenas por el uso del agua.</li> </ul>
<p><b>Canadá</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La responsabilidad de la gestión de los recursos hídricos la comparten los gobiernos federal, provinciales y municipales, así como los gobiernos de los pueblos aborígenes.</li> <li>• Gobierno federal: es responsable de la conservación y la protección de los océanos y sus recursos; dentro de los recursos hídricos que son responsabilidad del gobierno federal se encuentran las aguas fronterizas, como las que Canadá comparte con los Estados Unidos.</li> <li>• Gobiernos provinciales: tienen bajo su responsabilidad determinados aspectos jurídicos relacionados en su mayoría con la gestión y la protección de los recursos hídricos.</li> <li>• Gobiernos municipales: son responsables del tratamiento y la distribución del agua y de la recolección y tratamiento de las aguas residuales en las áreas urbanas.</li> <li>• Ministerio de Medioambiente de Canadá: tiene a su cargo el licenciamiento de las actividades que puedan alterar los cauces de los ríos que fluyen en territorio de Canadá y los Estados Unidos.</li> <li>• Departamento de Pesca y Océanos: tiene bajo su responsabilidad la gestión de la pesca y la protección de los océanos.</li> <li>• Salud de Canadá: establece los patrones de calidad del agua potable y es responsable de la ciencia y la investigación para la salud en Canadá.</li> </ul>

<b>Canadá</b> <i>(Cont...)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• First Nations: gestión compartida con los pueblos indígenas para el desarrollo del Norte de Canadá.</li> </ul>
<b>Perú</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Recursos Hídricos: determina la Autoridad Nacional del Agua y la gestión integrada y multisectorial del recurso.</li> <li>• Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos.</li> <li>• Lineamientos generales para la creación de Consejos de Recursos Hídricos de Cuencas —Autoridad Nacional del Agua (ANA) 2011—.</li> <li>• Guías y manuales de evaluación de recursos hídricos elaborados por la ANA.</li> <li>• Promulgación de la Política de Estados sobre Recursos Hídricos en el Acuerdo Nacional.</li> <li>• Ley de Servicios Ambientales, con fines de lograr la gestión integrada de cuencas hidrográficas.</li> </ul>



## Sobre los autores

**Gertjan Beekman** posee un doctorado en Desarrollo y Planificación de Recursos Hídricos otorgado por el Real Instituto de Tecnología (KTH) de Estocolmo, Suecia. Tiene más de 30 años de experiencia en el ámbito internacional en asuntos relacionados con la planificación, el manejo y el desarrollo de recursos hídricos. Actualmente se desempeña como coordinador del Proyecto sobre Recursos Naturales y Adaptación al Cambio Climático en la Oficina del IICA en Brasil, en la que también coordina la implementación del Sistema Nacional para los Recursos Hídricos en sus aspectos técnicos, legales y administrativos. Asimismo, coordina diversos esfuerzos nacionales e internacionales en irrigación, zonificación ecológica y económica y evaluación de la seguridad de presas y represas. Ha fungido como coordinador del Programa de Combate a la Desertificación y de Mitigación de los Efectos de la Sequía en América del Sur. Parte de su experiencia profesional la ha realizado con el sector privado en el diseño de esquemas de generación de energía hidroeléctrica. Ha publicado varios artículos y escritos sobre recursos hídricos y es autor de dos libros: “Social Change and Water Resources Planning and Development” y “Water Resources Resettlement and Project Cycle”.

**Edmundo Salvador Cruz Majluf** es ingeniero agrónomo con una especialización en Economía Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. En la actualidad es consultor independiente en asuntos indígenas, de agua y de organización y capacitación de grupos rurales. Hasta 2007 trabajó para el Gobierno Federal de México en diversas

instituciones, siempre vinculadas al medio rural. Ejerció la docencia a tiempo completo en la Escuela Nacional de Agricultura, hoy Universidad Autónoma Chapingo, y posteriormente se desempeñó como profesor en la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

**Nelson Espinoza**, chileno, es un ingeniero agrónomo con una maestría en Planificación Regional. Es funcionario del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y especialista en proyectos desde 1981 a la fecha. En el IICA se ha desempeñado como coordinador de la Unidad de Proyectos, coordinador de las acciones del IICA en el marco del Proyecto Interagencial RUTA, director del Centro de Programas y Proyectos de Inversión (CEPPI) y coordinador de la Unidad Conjunta IICA-BID para la preparación de proyectos. En 1979-1980 se desempeñó como especialista en proyectos agroindustriales del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), en Costa Rica.

**Eleno García Benavente** es licenciado en Economía, con especialización en Gerencia Pública, por la Universidad Iberoamericana. Actualmente es consultor en hidráulica (en especial en materia de abasto de agua a pequeñas comunidades rurales marginadas y a campos agrícolas), geohidrología e hidrología. Hasta 2001 fue funcionario del Gobierno de México en diversas dependencias asociadas al sector rural. Ha sido profesor en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente ocupa el cargo de director general de la empresa de consultoría Estudios y Proyectos Integrales para el Uso Eficiente del Agua, S.C., con sede en México D.F., que brinda servicios a diversas entidades de los sectores público y privado.

**César Augusto Herrera Toledo** es ingeniero civil, con una maestría en Ingeniería Hidráulica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y otra en Ciencias (Planeación) de la Universidad de Stanford, Estados Unidos. Ha participado en cursos de alto nivel sobre abastecimiento de agua y desalojo de aguas residuales (Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial, Washington, D.C.) y sobre análisis de costos marginales en el diseño de tarifas en los sectores de la electricidad, el agua potable y el alcantarillado (Banco Interamericano de Desarrollo, Bogotá, Colombia). Cuenta con diplomados en Ingeniería Financiera (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores

de Monterrey) y en Infraestructura en Economías de Mercado. En el periodo 2007-2012, colaboró en Colombia con el Sistema de las Naciones Unidas/Banco Mundial como consultor internacional en manejo de recursos hídricos. Durante 2007-2008, se desempeñó como consultor en el manejo de recursos hídricos en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. De 1995 a 2006, laboró en el sector público como subdirector general de Planeación Nacional y Regional, de Programación y Presupuesto y de Cooperación Internacional.

**Daniela Medina** es licenciada en Agronomía, graduada de la Universidad EARTH en Costa Rica. Su experiencia laboral se ha enfocado en agroecología y en la gestión integrada de recursos naturales en la agricultura, tanto a nivel de campo como de gestión de proyectos. Hasta 2013 se desempeñó como especialista en gestión de información y conocimientos en el Programa de Agricultura, Manejo de Recursos Naturales y Cambio Climático del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en el que se encargó de compilar y analizar información, preparar documentos técnicos, formular proyectos de cooperación técnica, elaborar cursos de capacitación y diseñar herramientas de difusión en los temas del Programa.

**David E. Williams** recibió el grado de máster en Ciencias del Colegio de Postgraduados en Chapingo, México, y el de doctor de la City University of New York (CUNY) en asociación con el Jardín Botánico de Nueva York. Se formó académicamente en el campo de la Etnobotánica agrícola, especializándose en la domesticación, evolución, diversificación y disseminación de los cultivos nativos de las Américas. Inició su carrera profesional en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), primero como explorador agrícola y luego como coordinador de programas internacionales de cooperación e intercambio científico. Posteriormente, trabajó durante ocho años como investigador para el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), basado en Cali, Colombia. De 2008 a 2011 se desempeñó como coordinador del *System-wide Genetic Resources Programme* (SGRP) del CGIAR, con sede en Roma, Italia. Desde 2012 ha liderado el Programa de Agricultura, Recursos Naturales y Cambio Climático del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), basado en San José, Costa Rica. Ha realizado extensas investigaciones de campo en México, Guatemala, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay y Argentina, y tiene numerosas publicaciones.

**Miguel García-Winder** es ingeniero agrónomo con especialización en Zootecnia. Posee una maestría en Ciencia Animal otorgada por la Universidad de Nebraska y un doctorado en Fisiología de la Reproducción por la Universidad de Virginia del Oeste. Durante sus más de 30 años de experiencia profesional, ha desempeñado diversas funciones en los sectores académico, público y privado, ha generado una extensa lista de publicaciones y ha asesorado a diversos estudiantes en la obtención de sus grados de maestría y doctorado. Desde 2002 ha laborado en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en el que ha ocupado diversos cargos, tales como Director de Agronegocios y Comercio, Director de Competitividad Empresarial, Jefe del Programa Interamericano para la Promoción del Comercio, los Negocios Agrícolas y la Inocuidad de los Alimentos y Gerente del Programa de Agronegocios y Comercialización. En esos cargos ha implementado, liderado y coordinado diversas iniciativas hemisféricas y globales relacionadas con el desarrollo de agronegocios competitivos, con énfasis en el desarrollo de modelos innovadores de negocios focalizados en los pequeños y medianos productores. Durante los últimos años ha centrado sus esfuerzos en la búsqueda de mecanismos de vinculación de los productores a los mercados, como un medio para mejorar los ingresos y las condiciones de seguridad alimentaria de los pobladores rurales.

Impreso en la Imprenta del IICA  
Sede Central, San José, Costa Rica  
Tiraje: 400 ejemplares



**Instituto Interamericano de  
Cooperación para la Agricultura**

Sede Central. Apartado Postal 55-2200 San José, Vázquez  
de Coronado, San Isidro 11101 - Costa Rica  
Teléfono: (506) 2216-0222 / Fax: (506) 2216-0233  
Dirección electrónica: [iicahq@iica.int](mailto:iicahq@iica.int) • [www.iica.int](http://www.iica.int)

