

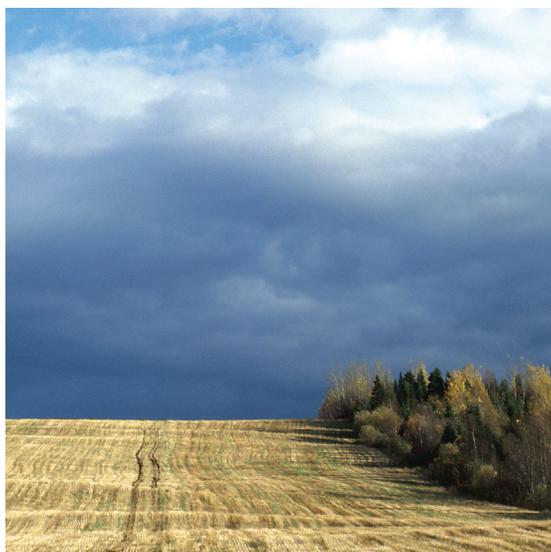
# Cambio climático, agua y agricultura

Adrián Rodríguez Vargas<sup>1</sup>

*“La complejidad de las interrelaciones entre los cambios ambientales y la producción agrícola se convertirá en uno de los temas de política pública más significativos, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, en las primeras décadas del Siglo XXI. El cambio climático regional y global modificará tanto la capacidad de producción de la agricultura como su localización y la intensidad de la producción agrícola contribuirá al cambio ambiental en el nivel regional y el global”.* (Ruttan 1991: 25)

## PALABRAS CLAVE

Cambio climático  
IPCC  
América Latina  
Agricultura  
Agua  
Adaptación



## El cambio climático es una realidad

El último reporte del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)<sup>2</sup> es contundente. Afirma que “el calentamiento global es inequívoco, dado la evidencia observada de incrementos en el promedio de las temperaturas medias de la atmósfera

y de los océanos, el derretimiento en gran escala de hielo y nieve, y el incremento en el promedio global del nivel del mar” (IPCC 2007b:5). El informe es producto de la contribución de alrededor de 800 científicos y 400 autores líderes en más de 130 países. Como uno de sus principales resultados, afirma que los incrementos de temperatura observados desde la mitad del siglo XX se deben a las actividades humanas. Presenta, además, evidencia de numerosos cambios de largo plazo en el clima, por ejemplo: el incremento en la temperatura y el deshielo árticos, cambios de gran escala en las cantidades de precipitación, salinidad de los océanos, patrones de viento y manifestaciones de cambios extremos en el estado del tiempo (incluso sequías), alta precipitación, olas de calor e intensificación de los ciclones tropicales.

Dos preguntas inmediatas surgen en ese contexto: ¿cuáles serán los efectos del calentamiento? y ¿cuáles son las acciones urgentes por realizar? Ante la primera pregunta, el informe señala que el cambio climático no será neutro en cuanto a sus impactos. Los países afectados más adversamente serán aquellos que se localizan en regiones tropicales y subtropicales, donde se ubica la mayor parte de los países en desarrollo y, por lo tanto, los mayores problemas de pobreza y de hambre. En esas regiones, los impactos en la agricultura serían significativamente negativos. En relación con la segunda pregunta, el informe aporta evidencia para apoyar el diseño de políticas públicas; pero dado el carácter científico del Panel, no formula recomendaciones.

<sup>1</sup> Dirección de Desarrollo Rural Sostenible-IICA, adrian.rodriguez@iica.int

<sup>2</sup> El informe completo consiste de cuatro tomos sobre: a) la evidencia científica; b) impactos, adaptación y vulnerabilidad; c) mitigación; y d) síntesis. En el momento de escribir este artículo (mediados de abril del 2007) únicamente habían sido divulgadas las versiones preliminares de los resúmenes para tomadores de decisiones de los dos primeros tomos, a saber: IPCC 2007a - IPCC 2007b.

El objetivo de este artículo es destacar retos y oportunidades para la adaptación de la agricultura latinoamericana al cambio climático, considerando no sólo los impactos esperados en dicho sector, sino también los impactos previstos en la disponibilidad de agua.

### **Cuadro 1. Impactos previstos del cambio climático en América Latina.**

<p>1. Hacia la mitad del Siglo XXI, se proyecta que los incrementos en la temperatura y las reducciones asociadas del agua en el suelo conducirán a un reemplazo gradual de los bosques tropicales por sabanas en el este de la amazonia. La vegetación semiárida tenderá a ser reemplazada por vegetación de tierras áridas. Hay riesgo de pérdidas significativas de biodiversidad a través de la extinción de especies en muchas áreas tropicales.</p>
<p>2. En las áreas secas, se espera que el cambio climático conduzca a salinización y desertificación de tierras agrícolas. Se proyecta una disminución en la productividad de algunos cultivos importantes y en la productividad de la ganadería, con consecuencias adversas para la seguridad alimentaria. Por ejemplo, se incrementaría la productividad de la soya en las zonas templadas.</p>
<p>3. Se esperan cambios en los patrones de precipitación y la desaparición de glaciares, que afectarán significativamente la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura y la generación de energía.</p>

**Fuente:** IPCC 2007a: 12

### **Preocupación por los impactos del cambio climático en la agricultura**

La ausencia de neutralidad en los impactos del cambio climático es evidente en el caso de la agricultura. Claramente, hay ganadores y perdedores. O al menos, dependiendo de la magnitud del cambio en el clima, hay “perdedores que perderían más que otros”. Con respecto a la agricultura, en el informe el IPCC (2007a:8) se indican los siguientes impactos asimétricos:

- Se proyecta un ligero incremento en la productividad de los cultivos en las latitudes medias y altas, para incrementos promedios regionales de temperatura entre 1 y 3°C, dependiendo del tipo de cultivo. Para temperaturas mayores, habrá reducciones en algunas regiones.
- En las latitudes menores, especialmente en regiones tropicales y con sequía estacional, se proyecta una reducción en la productividad de los cultivos, incluso para pequeños incrementos en temperatura media (1 a 2 °C), lo cual aumentará el riesgo de hambruna.
- Globalmente, a partir de los incrementos en las temperaturas medias regionales de entre 1 °C y 3 °C, se proyecta un incremento en el potencial

para la producción agrícola, pero éste se reduce para incrementos mayores.

- Se proyecta que el incremento en la frecuencia de las sequías e inundaciones afectará la producción local negativamente, especialmente en sectores de subsistencia en países en latitudes bajas.

Considerando estas asimetrías regionales, una de las mayores preocupaciones se refiere a las implicaciones que tiene el cambio climático sobre la posibilidad de alcanzar las metas de desarrollo del milenio, especialmente en lo que se refiere a la reducción del hambre. Entonces, ¿cuáles serán los efectos sobre la oferta mundial de alimentos?

Un estudio realizado por Bosello y Zhang (2005), con estimaciones al año 2050, apunta a una influencia limitada del cambio climático sobre la oferta mundial de alimentos y el bienestar. Sin embargo, subraya que habrá consecuencias distributivas importantes y que los impactos negativos más significativos se concentrarán en países en desarrollo ubicados en latitudes bajas (zonas tropicales y subtropicales). Precisamente son países que enfrentan los mayores problemas de pobreza y hambre, los cuales también son identificados como los más vulnerables al cambio climático según los informes recientes del IPCC.

## Los temas en la discusión sobre la adaptación al cambio climático en la agricultura

La relación entre cambio climático y agricultura es compleja. Por un lado, las manifestaciones del cambio climático —especialmente cambios en temperatura, precipitación, nivel del agua e incremento de eventos extremos— desatan acciones de adaptación por parte de los productores agropecuarios. Por otro lado, las actividades agropecuarias pueden desempeñar un papel importante en la mitigación del efecto invernadero causante del cambio climático.

En cuanto a la adaptación, es importante considerar el tipo de respuestas desde el sistema socioeconómico. Existen tres posibilidades: la adaptación en la finca, en el ámbito nacional y en nivel global (Bosello y Zhang 2005:3-5).

- La **adaptación en la finca** incluye cualquier acción desarrollada por los agricultores para adaptarse al cambio en las condiciones climáticas. Abarca acciones como el cambio en los tiempos, frecuencias y localización de los cultivos; adopción de nuevas variedades o la combinación de distintos tipos de cultivos; adopción de tecnologías y prácticas de cultivo que contribuyan a preservar las condiciones ambientales originales, como la irrigación; y la investigación y desarrollo en nuevas variedades que se puedan adaptar mejor a un clima cambiante, entre otros.
- En el **ámbito nacional**, el cambio climático puede generar cambios en el uso de insumos agrícolas (e.g tierra, agua, calidad genética de las semillas) y en los niveles de producción (cantidad y calidad), los cuales se propagarían al resto de la economía. Las variaciones de precios

**Cuadro 2. Posibles impactos en la agricultura, como resultado de la alteración en la frecuencia e intensidad de condiciones extremas en el estado de la atmósfera, del clima y de incrementos en el nivel del mar.**

Como resultado ...	se puede afirmar,	que
De días más cálidos y de menos días y noches fríos, así como de días y noches más cálidos y mayor frecuencia de días y noches cálidos en la mayor parte de regiones,	casi con certeza,	se incrementarán los rendimientos en ambientes fríos, se reducirán los rendimientos en ambientes cálidos y se incrementarán los brotes de insectos.
Del incremento en la frecuencia de episodios y ondas de calor en la mayoría de regiones,	con bastante certeza,	se reducirán los rendimientos en regiones frías, debido al estrés que genera el calor, y se incrementará el peligro de incendios silvestres.
Del incremento en la frecuencia de eventos de altas precipitaciones en la mayoría de regiones,	es muy probable,	haya daños en los cultivos, erosión del suelo e inhabilidad para cultivar tierras, debido a la extracción de agua de los suelos.
Del incremento en el área afectada por la sequía,	es probable,	haya degradación de tierras, menores rendimientos, daños y pérdida de cultivos, incremento en la muerte de ganado y en el riesgo de incendios silvestres.
Del incremento en la actividad ciclónica,	es probable,	haya daños en los cultivos, debilitamiento de las raíces de los árboles y daños en los corales.
Del incremento en la incidencia de eventos extremos de incremento en nivel del mar (excluyendo tsunamis),	es probable,	haya salinización del agua utilizada para irrigación, de estuarios y de los sistemas de agua dulce.

Fuente: IPCC 2007a: 16

relativas derivadas de esos cambios pueden inducir a procesos de sustitución de cultivos e insumos, así como a cambios en la oferta y la demanda de bienes agrícolas y no agrícolas. Los vínculos entre los impactos del cambio climático y las variaciones de precios relativos demandan la necesidad de generar nuevas tecnologías y prácticas agrícolas que incidan en los precios. Cuanto mayor sea la capacidad de la economía para adaptarse a esas transformaciones, menores serán los impactos.

- En el **nivel global**, los impactos del cambio climático en la agricultura variarán entre regiones, dependiendo de la latitud de los países (i.e. localización), de las condiciones ambientales locales, de las respuestas en el ámbito socioeconómico y de factores institucionales. En un mundo crecientemente integrado, pueden generarse cambios en los flujos de factores de producción, bienes y servicios, y alteraciones en precios relativos. Por lo tanto, la distribución de los cultivos entre países y regiones y los flujos de comercio agropecuario pueden modificarse significativamente en el futuro.

Por otra parte, Mendelshon (2000: 583-600) distingue la adaptación privada de la conjunta. La primera corresponde a aquella que realiza cada agricultor por separado, considerando privadamente sus costos y beneficios. La adaptación conjunta se da cuando los beneficios los obtienen colectivamente todos los agricultores, pero los costos los asume cada uno por aparte.

Si la adaptación al cambio climático en la agricultura tiene externalidades positivas<sup>3</sup>, las acciones individuales de los agricultores (i.e. la adaptación privada) generarán una cantidad de adaptación menor que la deseable socialmente. Esto constituye una justificación para la política pública en materia de adaptación. Ejemplos de adaptación pública en la agricultura incluyen la investigación y el desarrollo de nuevas especies, o de variedades y especies con estructuras diferentes a las actuales, la provisión de infraestructura de riego, la zonificación agro-hidroecológica, la provisión de información, el desarrollo de sistemas públicos de alerta temprana, entre otros.

<sup>3</sup> Se dice que existen externalidades positivas cuando una acción beneficia no sólo a quien la realiza.

<sup>4</sup> El escenario moderado se basa en el modelo Parallel Climate Model (PCM); el escenario intermedio, en un modelo del Center for Climate Systems Research (CCSR); y el escenario extremo utiliza un modelo del Canadian Climate Center (CCC).

## *Estudios de adaptación de la agricultura al cambio climático en América Latina*

Entre los pocos estudios que se han desarrollado en América Latina sobre las respuestas de los agricultores al cambio climático, se destaca uno reciente del Banco Mundial sobre *Cambio Climático y Pobreza Rural*, ejecutado con el Apoyo del Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR) y del Programa Cooperativo de Innovación Tecnológica Agropecuaria para la Región Andina (PROCIANDINO). Este estudio abarca cuatro países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay) y tres de la región andina (Colombia, Venezuela y Ecuador). En total se realizaron alrededor de 2000 encuestas a agricultores en cinco tipos de explotaciones agropecuarias:

- Cultivos sin irrigación.
- Cultivos con irrigación.
- Cultivos y ganadería sin irrigación.
- Cultivos y ganadería con irrigación.
- Sólo ganadería.

En dicho estudio se exploraron varios aspectos de la relación entre cambio climático y agricultura. Entre ellos destacan:

- La elección únicamente entre distintos tipos de cultivos (Seo y Mendelsohn 2007a).
- La escogencia entre diferentes tipos de cultivo, ganadería, combinación cultivos-ganadería e irrigación, como opciones de adaptación (Mendelsohn y Seo 2007).
- Un análisis del impacto del cambio climático sobre los ingresos netos de los agricultores y las rentas de la tierra (Seo y Mendelsohn 2007b). Además, se consideraron tres escenarios de cambio climático, a partir de modelos oceánicos-atmosféricos de circulación global: moderado, intermedio y extremo<sup>4</sup>.

En los dos primeros análisis, como es de esperar, la evidencia empírica muestra que la elección de actividades agropecuarias y de irrigación es sensible a variables climáticas.

En el análisis sobre la escogencia entre diferentes tipos de cultivos como opciones de adaptación, se identificó que las variables relevantes relacionadas con el clima son la temperatura y la precipitación.

Para el rango de cultivos estudiados, se subraya que el cambio climático hará que se presenten sustituciones de cultivos, en particular, desde papas y trigo hacia frutas y vegetales (Seo y Mendelshon 2007a: 6-11).

El modelo de escogencia entre cultivos, ganadería, cultivos-ganadería e irrigación es interesante por la inclusión de esta última alternativa. Los resultados con respecto a las variables climáticas que inciden en el uso de la irrigación no son sorprendentes. Entre las variables que determinan si los agricultores escogen o no la irrigación, son significativas la precipitación en el verano y la temperatura en el invierno; entre los agricultores que combinan sus actividades con ganadería, son significativas la precipitación en el verano y la temperatura de invierno y verano (Seo y Mendelshon 2007a:10-19).

Otros resultados indican que la rentabilidad relativa de la irrigación cae con el incremento de la temperatura y que es menos probable que los agricultores en localizaciones con mayor lluvia adopten la irrigación. La principal limitación de este estudio es que no se considera la disponibilidad de agua como una variable determinante de la elección de irrigación.

El análisis del impacto del cambio climático sobre las rentas de la tierra y los ingresos de los agricultores se basa en un modelo donde éstos maximizan su ingreso neto, sujeto a condiciones exógenas a sus fincas, entre las que se encuentran variables climáticas. Los resultados confirman que el ingreso neto y las rentas de la tierra son sensibles a dichas variables (Seo y Mendelsohn 2007b:10-17). Un aspecto interesante de los resultados obtenidos es que se logran diferenciar los impactos entre los pequeños y los grandes agricultores. Ambos tipos de fincas tienen sensibilidades climáticas; sin embargo, el efecto negativo sobre los ingresos de los agricultores pequeños<sup>5</sup> es mayor.

A partir de los resultados del estudio, se intenta una extrapolación para toda América Latina al año 2100, con diferencias entre agricultores grandes y pequeños (**Cuadro 3**). En general, los resultados coinciden con lo que indica el informe reciente del IPCC sobre impactos, adaptación y vulnerabilidad.

<b>Cuadro 3. Impactos del cambio climático sobre las rentas de la tierra en América Latina al año 2100, en diferentes escenarios de cambio climático.</b>		
<b>Agricultores</b>	<b>Escenario moderado</b>	<b>Escenario extremo</b>
Agricultores pequeños	Resultados son beneficiosos en el agregado, con variaciones por localización: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo para los agricultores localizados en climas fríos.</li> <li>• Negativo en regiones calientes de Venezuela, Colombia, en norte del Cono Sur y en Centroamérica.</li> </ul>	Resultados son negativos en todas las localizaciones.
Agricultores grandes	Resultados son beneficiosos en general, excepto en el norte de América del Sur.	Resultados negativos en general, con variaciones por localización. Posibles beneficios en Argentina, Chile, Perú y México.

**Fuente:** Seo y Mendelshon 2007b: 17-19

<sup>5</sup> En el estudio se considera como pequeña una finca de menos de 30 Ha.

El estudio presenta varias limitaciones destacadas por lo mismos autores:

- a) Se carece de información acerca de los recursos hídricos.
- b) No se captura el efecto de fertilización carbónica.
- c) Lo único que cambia en el futuro es el clima. No se considera el efecto del cambio tecnológico y se asume que los precios de los bienes y del factor trabajo no cambian con el clima (i.e. no hay cambios en precios relativos).
- d) Los agricultores en el futuro pueden adaptarse de igual manera que en el presente. No se consideran los requerimientos de capital y los costos de ajustes asociados a la adaptación.

### ***El agua en la discusión sobre adaptación al cambio climático en la agricultura***

Un estudio del Stockholm International Water Institute (SIWI) y el International Water Management Institute (IWMI), presentado ante la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, en mayo del 2004, subraya la importancia del agua para alcanzar las metas del milenio en lo relativo a la reducción del hambre, así como el reto para la productividad del agua en la agricultura. Las proyecciones de ese estudio indican que los requerimientos adicionales de dicho recurso para producir los alimentos necesarios y reducir el hambre y la desnutrición en el año 2025, son equivalentes al agua extraída en la actualidad para apoyar todos los aspectos de la vida en sociedad. Estas preocupaciones también son relevantes para la adaptación de la agricultura al cambio climático.

La adaptación local al cambio climático en la agricultura significa, fundamentalmente, ser capaz de adaptarse, en distintos momentos del tiempo, según condiciones de exceso o de carencia de agua, las cuales afectarán otros usos de este recurso, como el consumo humano y la producción de energía.

Por lo tanto, cuando se analizan opciones de adaptación, como la irrigación, es importante considerar sus efectos sobre la disponibilidad de agua, así como las demandas de otros sectores de la economía que compiten con la agricultura por su uso.

Un estudio pionero en el abordaje de esos temas es el de Rosensweig *et al.* (2004: 345-360), cuyo objetivo fue analizar las implicaciones para la confiabilidad de la irrigación, debido a cambios en la disponibilidad de agua y en la demanda de agua por cultivos. En el estudio también se explora la efectividad de distintas opciones de adaptación para mantener dicha confiabilidad.

Para ello los autores desarrollan un enfoque metodológico que combina escenarios de cambio climático<sup>6</sup> con modelos agrícolas, hidrológicos y de planificación<sup>7</sup>. A partir de ello se estudia la disponibilidad de agua para la agricultura en condiciones de cambio climático y las correspondientes proyecciones para la producción agrícola, población, tecnología y crecimiento económico. El estudio abarca grandes regiones agrícolas productoras de soja y maíz en el Norte de Argentina, Sudeste de Brasil, Noreste de China, la parte de Hungría y Rumania en la cuenca del Danubio y el cinturón del maíz en Estados Unidos. Esas regiones difieren en condiciones socioeconómicas y ambientales, tecnológicas y regímenes climáticos. Sin embargo, con la excepción del noreste de China, todas las demás regiones tienen una adecuada disponibilidad de agua para la agricultura en las condiciones de clima actuales (Rosensweig *et al.* 2004:347-351).

En las regiones estudiadas más ricas en agua, existe evidencia de que habrá suficiente agua para la agricultura en los escenarios de cambio climático analizados. Con respecto a los casos investigados de América Latina, en el norte de Argentina los problemas ocasionales de agua para la agricultura en las condiciones actuales pueden ser exacerbados y podrían requerir inversiones para aliviar el estrés hídrico. Por el contrario, en el sur de Brasil, la disponibilidad futura de agua para la agricultura parece estar garantizada.

<sup>6</sup> En el estudio se combina información de los siguientes modelos globales de clima: a) Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL – Version R30); b) Goddard Institute for Space Studies –NASA; c) Mark Plank Institute; d) United Kingdom Met Office Hadley Center (HadCM2); e) Canadian Climate Model (CGCM2).

<sup>7</sup> Los modelos usados fueron: a) modelo CERES para evaluar las demandas de agua en maíz y soya (i.e. demanda de agua); b) modelo WATBAL para la evaluación de los impactos del cambio climático sobre el flujo de agua en cuencas (i.e. oferta de agua); y c) modelo WEAP para las proyecciones, planificación y evaluación de demandas múltiples de agua.

## *El cambio climático, el crecimiento de la población y el desarrollo económico afectarán la disponibilidad futura de agua para la agricultura.*

El estudio incluye varias simulaciones para determinar la posibilidad de expandir el área irrigada, como alternativa de adaptación<sup>8</sup>. Los resultados indican que únicamente en el caso de Brasil se podría acomodar fácilmente una expansión del área irrigada en las condiciones de cambio climático estudiadas. Las otras regiones sufrirían reducciones en la confiabilidad del sistema hídrico.

Los autores también señalan que aun en áreas relativamente ricas en agua, los cambios en la demanda de dicho recurso afectarán la agricultura, debido al cambio climático. Además, con motivo del crecimiento urbano, se requerirá de mejoras oportunas en las variedades de cultivo, en las tecnologías de irrigación y drenaje, y en el manejo del agua. En resumen, el cambio climático, el crecimiento de la población y el desarrollo económico afectarán la disponibilidad futura de agua para la agricultura (Rosensweig *et al.* 2004: 345).

Se brindan opciones de adaptación agronómica ante el cambio climático, como la variación en la época de plantación y la adopción de variedades con características genéticas de tolerancia al calor, vulnerabilidad a pestes y sensibilidad a pesticidas. Se dice que cuando se planea la adaptación al cambio climático desde una perspectiva de recursos genéticos, es importante tomar en cuenta tanto la productividad como el uso del agua (Rosensweig *et al.* 2004: 357). En ese mismo sentido, se puede destacar la necesidad de conservación y manejo concientes de la diversidad genética.

En cuanto a los recursos hídricos, en algunas regiones el exceso de agua puede ser más dañino que la sequía. Incluso el cambio climático puede alterar la disponibilidad temporal del agua. Por lo tanto, la adaptación de los recursos hídricos en el caso de la agricultura debe contemplar mejoras en las tecnologías de riego y de drenaje. Entre los casos estudiados, las mejores posibilidades de incrementar el área irrigada corresponden a Brasil. En las demás regiones, esto implicaría aumentar el estrés del sistema hídrico (Rosensweig *et al.* 2004: 356-357) (**Cuadro 4**).

<sup>8</sup> En estos ejercicios no se incluyó a los Estados Unidos.

## *Implicaciones para las políticas públicas*

En América Latina, algunos países han realizado esfuerzos de adaptación, particularmente mediante la conservación de ecosistemas claves, sistemas de alerta temprana, gestión del riego en la agricultura, estrategias para la gestión de sequías, inundaciones y zonas costeras y sistemas de vigilancia de enfermedades. Sin embargo, la efectividad de esos esfuerzos es superada por factores como la carencia de información básica y sistemas de monitoreo; insuficiencia de capacidades y marcos políticos, institucionales y tecnológicos adecuados; bajo ingreso; y asentamientos humanos en áreas vulnerables (IPCC 2007b:12).

Lo anterior evidencia la necesidad de políticas públicas dirigidas a la adaptación al cambio climático en la agricultura que promuevan una mayor integralidad de los sectores agrícola y de recursos hídricos. Se pueden extraer varias implicaciones que apoyen la adaptación:

**1. La justificación de intervención gubernamental.** Diversos factores justifican el desarrollo de políticas públicas para promover la adaptación al cambio climático en la agricultura. De acuerdo con Mendelsohn (2000: 590-59), uno es la existencia de externalidades positivas para orientar o corregir las acciones de adaptación desarrolladas por los agentes privados; por ejemplo, eliminando subsidios que promueven el uso ineficiente del riego en la agricultura. Otro factor es la equidad en el contexto internacional, dada la evidencia científica de que los países más afectados serán los tropicales pobres. Además, los resultados indican que los agricultores pequeños son más sensibles a los cambios en el clima. Otro factor es el acceso oportuno de los agricultores, principalmente de los más pequeños, a información sobre los cambios climáticos futuros, sus impactos y las opciones de adaptación posibles.

No obstante, a pesar de que la adaptación al cambio climático en la agricultura tiene características de bien público, nada garantiza

#### **Cuadro 4. Datos de consideración acerca del agua y agricultura ante el cambio climático.**

La agricultura es el mayor usuario de agua a nivel mundial.

En EE.UU. la agricultura utiliza un 87% de agua extraída.

En EE.UU. aproximadamente un 68% del agua subterránea extraída es utilizada en la agricultura.

Producir un kilogramo de proteína animal requiere de 100 veces más agua que producir un kilogramo de proteína vegetal.

Aproximadamente un 16% de la tierra agrícola mundial es irrigada.

Aproximadamente un 33% de los alimentos en el mundo se producen en tierras irrigadas.

La irrigación, especialmente con agua subterránea, requiere de grandes cantidades de energía para mover el agua. En EE.UU. aproximadamente un 10% de la energía gastada en el sector agropecuario es utilizada en irrigación.

En EE.UU. el 12% de la tierra es irrigada y produce el 27% del valor de todos los cultivos; sin embargo, ese porcentaje no toma en cuenta los costos para el gobierno de proveer y subsidiar una gran porción del agua para irrigación.

En el nivel mundial, se estima que la cantidad de agua que llega a las plantas es menor de un 40%.

Se puede avanzar mucho en la conservación del agua, por ejemplo:

- Utilizando sistemas de flujo controlado (*surge flow*) en lugar de la irrigación por inundación y canales. En Texas, EE.UU., esta sustitución mejoró los requerimientos de agua para riego entre 38% y 56%.
- Irrigando en la noche para reducir la evaporación, se puede mejorar la eficiencia de dos a tres veces.
- Utilizando regadores de baja presión, mejora la eficiencia entre 60% y 70% en relación con sistemas de alta presión.
- Utilizando la técnica de aplicación de precisión de baja energía (Low Energy Precision Application - LEPA), se alcanzan eficiencias de entre 88% y 99%.
- Goteo o microirrigación alcanza eficiencias hasta del 95%; sin embargo, es una tecnología costosa y requiere de agua muy limpia.

**Fuente:** Pimentel et al. 1997: 97-106

que la adaptación conjunta sea eficiente, dado que pueden existir diferentes visiones acerca de la adaptación deseable, conflictos sobre el mecanismo de pago por la adaptación pública y situaciones de búsqueda de rentas por parte de los agentes privados (Mendelsohn 2000:593).

En el ámbito nacional y con incidencia en la finca, son relevantes políticas y estrategias que fortalezcan o corrijan respuestas de los agricultores y otros agentes económicos. En el nivel global, se deben buscar acciones enmarcadas en mecanismos multilaterales de cooperación internacional, tales como las convenciones ambientales.

2. **Mejores tecnologías para el manejo de la carencia y del exceso de agua en la agricultura.** Los resultados del estudio de Rosenzweig et al. (2004) señalan la importancia creciente no sólo de las tecnologías de riego, sino también de las tecnologías de drenaje. Esto es relevante en áreas húmedas, pues a menudo el énfasis en el análisis de la relación entre cambio climático y agricultura se pone en el impacto en regiones secas y en la irrigación como opción de adaptación.
3. **Gestión eficiente del agua.** La gestión eficiente del agua es fundamental para la adaptación de la agricultura al cambio climático.

Esto implica opciones como la reducción de subsidios para el agua en la agricultura, el desarrollo de mercados de agua, la introducción de controles sobre la demanda, el desarrollo de inversiones para garantizar su disponibilidad en el tiempo y lugar necesarios y, en general, el diseño de incentivos para que a los agricultores conserven los recursos agua y suelo (Rosenzweig *et al.* 2004:357; Pimentel *et al.* 1997:107).



El estudio del SIWI y el IWMI (2004:4) plantea cinco retos para las políticas públicas que son relevantes en este contexto.

- a) El reto de la productividad: cerrar la brecha de productividad entre lo que se produce actualmente y lo que se podría producir, mediante intervenciones que incrementen la productividad del agua. Este es sin duda un reto mayor. Tal como lo indica el nombre del informe, implica obtener mayor nutrición por cada gota de agua.
  - b) El reto de la tecnología: facilitar la difusión y el uso de nuevas tecnologías que incrementen la productividad del agua.
  - c) Reto cultural: identificar e influenciar patrones de consumo no sostenibles, que resulten en un incremento en la demanda por alimentos intensivos en el uso del agua.
  - d) Reto ecológico: identificar criterios mínimos de servicios ecológicos para la protección de los ecosistemas acuáticos contra el agotamiento del agua.
  - e) Reto económico: identificar subsidios agrícolas insostenibles y barreras comerciales, especialmente aquellas que afectan a regiones con escasez de agua.
4. **Gestión y desarrollo institucional.** No existe en el ámbito internacional disposiciones adecuadas a las necesidades de adaptación al

cambio climático. El Protocolo de Kyoto, el principal acuerdo internacional en materia de cambio climático, tiene una fuerte orientación al tema de la mitigación. Como lo destacan Rosenzweig *et al.* (2004), la adaptación institucional es fundamental, junto con el mejoramiento tecnológico continuo y las inversiones en los sectores hídrico y agrícola. Esto demanda una mayor coordinación entre las instituciones del sector ambiental, especialmente a cargo del manejo del agua, y las diferentes instancias institucionales del sector agropecuario.

### Corolario

El documento del IPCC evidencia la necesidad de establecer políticas públicas para apoyar los esfuerzos privados de adaptación al cambio climático en la agricultura, en las cuales se consideren explícitamente las repercusiones sobre los recursos hídricos. Esto tendría importantes implicaciones en el quehacer de las agencias de cooperación internacional, especialmente para los países que serán más afectados por el cambio climático. Estas implicaciones se deberán dar por lo menos en cinco áreas: **a)** desarrollo de marcos de política; **b)** desarrollo de marcos institucionales conducentes a un abordaje integral de los problemas; **c)** formulación de proyectos de inversión que se requieran en los sectores hídrico y agrícola; **d)** formación de capacidades; y **e)** generación y transferencia de conocimientos relevantes.

## Referencias bibliográficas

- Bosello, F.; Zhang, J. 2005. Assessing climate change impacts: agriculture Milán, Italia, Fundación Eni Enrico Mattei. (Documento de Trabajo 94).
- IPCC. 2007a. Climate change: impacts, adaptation and vulnerability – summary for policymakers Contribución del Grupo de Trabajo II al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Cuarta Evaluación. Ginebra, Suiza, Secretaría del IPCC.
- \_\_\_\_\_. 2007b. Climate change: the physical science basis – summary for policymakers Contribución del Grupo de Trabajo I al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, Cuarta Evaluación. Ginebra, Suiza, Secretaría del IPCC.
- Mendelshon, R. 2000. Efficient adaptation to climate change. *Climate Change*, 45 (3-4): 583-600.
- \_\_\_\_\_; Seo, N. 2007. Changing farm types and irrigation as an adaptation to climate change in Latin America. Washington D.C., Banco Mundial. (Policy Research Working Paper No. 4161).
- Pimentel, D.; Houser, J.; Preiss, E.; White, O.; Fang, H.; Mesnick, L.; Barsky, T.; Tariche, S.; Schreck, J.; Alpert, S. 1997. Water resources: agriculture, the environment, and society. *BioScience*, 7 (2), pp. 97-106.
- Rosenzweig, C.; Strzepek, K.; Major, D.; Iglesias, A.; Yates, D.; McCluskey, A.; Hiller, D. 2004. Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies. *Global Environmental Change*, 14 (4), pp. 345-360.
- Ruttan, V. 1991. Climate change and world agriculture. *Environment*, 33 (6): 25-30
- Seo, N.; Mendelsohn, R. 2007a. An analysis of crop choice: adapting to climate change in Latin American farms. Washington D.C., Banco Mundial (Policy Research Working Paper No. 4162)
- \_\_\_\_\_; 2007b. A ricardian analysis of the impacts of climate change on Latin American farms. Washington D.C., Banco Mundial (Policy Research Working Paper No. 4163).
- SIWI (Stockholm International Water Institute); IWMI (International Water Management Institute). 2004. Water - more nutrition per drop. Towards sustainable food production and consumption patterns in a rapidly changing world. Sesión Ordinaria de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Suecia, Stockholm International Water Institute.

## Abstract / Résumé

### Climate change, water and agriculture

The recent report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) presents conclusive scientific evidence that the earth's climate is changing and that the changes are having asymmetric effects on developed and developing countries, especially in the agricultural sector. The objective of this article is to highlight certain challenges and opportunities

for adapting Latin American agriculture to climate change, considering not only the impacts anticipated in the sector but also the effect on water availability. The document stresses that the adaptation of agriculture to climate change is a public good. It also addresses the implications for public policies, based on current knowledge of how climate change, water and agriculture are linked.



### Mudança climática, água e agricultura

Recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresenta evidência científica conclusiva acerca da certeza das mudanças climáticas e seus efeitos assimétricos entre países industrializados e países em desenvolvimento, especialmente no setor agrícola. O objetivo deste artigo é apontar desafios

e oportunidades para a adaptação da agricultura latino-americana às mudanças climáticas, considerando não apenas os impactos esperados no setor, mas, também, os efeitos previstos na disponibilidade de água. O documento enfatiza a natureza de bem público da adaptação na agricultura. Também apresenta as implicações para as políticas públicas, decorrentes do conhecimento atual sobre os vínculos entre mudança climática, água e agricultura.



### Changement climatique, eau et agriculture

Le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), publié récemment, présente des preuves scientifiques concluantes au sujet de la certitude du changement climatique et de ses effets asymétriques dans les pays développés et les pays en développement, en particulier dans le secteur agricole. Le but du présent article est de mettre en évidence les défis et les possibilités qui

attendent l'agriculture latino-américaine dans son adaptation au changement climatique, en considérant non seulement les impacts prévus dans ce secteur, mais aussi les répercussions anticipées sur les ressources en eau. Dans cet article, l'accent est mis sur le caractère de bien public que revêt l'adaptation dans le secteur agricole. Sont également présentées les implications, pour les politiques publiques, des connaissances actuelles sur les liens entre le changement climatique, l'eau et l'agriculture.