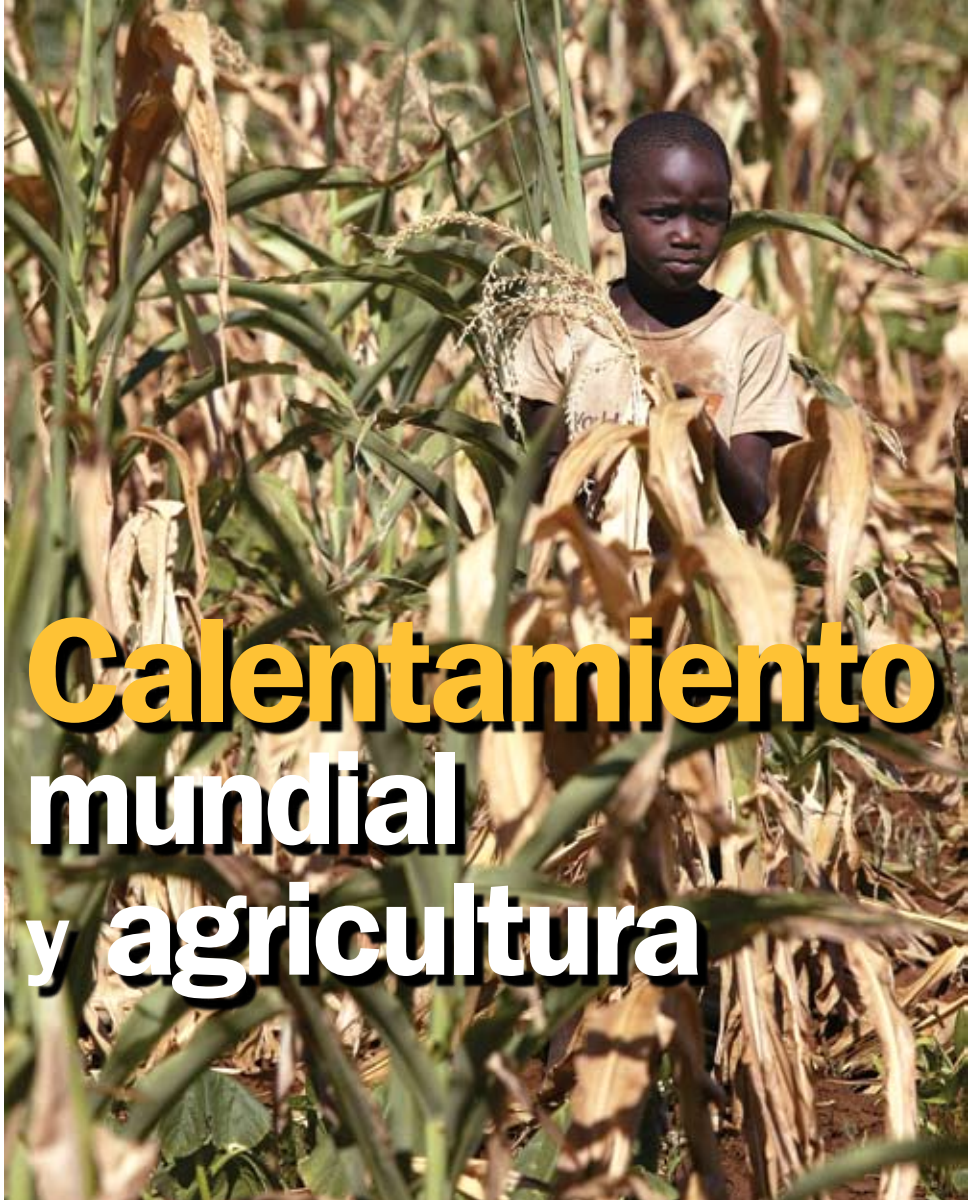
Calentamiento mundial y agricultura



Cultivo de maíz afectado por la sequía en Zimbabwe.

William R. Cline

EN LA novela *Las uvas de la ira*, John Steinbeck nos pinta un fresco de lo sucedido en Estados Unidos durante la gran sequía de California de los años treinta, que provocó la emigración de granjeros arruinados de Oklahoma y Texas. Esta experiencia histórica y quizá la actual sequía en Australia, de proporciones bíblicas, debería alertar a las autoridades internacionales sobre los riesgos que acechan a la agricultura mundial si hacia finales de este siglo el clima se torna más caluroso y seco debido al calentamiento del planeta.

En la larga lista de problemas que podría plantear este fenómeno, los riesgos para la agricultura mundial se cuentan entre los más importantes. Sin embargo, en los estudios publicados en los últimos años se tiende a restar importancia a este riesgo, argumentándose incluso que un par más de grados Celsius podría beneficiar a la agricultura mundial. Pero, en general, estos estudios abarcan un horizonte limitado, que suele llegar hasta 2050. También se centran en el cambio global de temperatura (que incluye los océanos) más que en los cambios que se producirán en las zonas continentales (que se calientan con mayor facilidad y rapidez que el agua), y específicamente en las tierras agrícolas.

En general, se reconoce que los países en desarrollo pueden verse más perjudicados que los países industriales por los efectos del calentamiento mundial. La mayoría de los países en desarrollo tienen menor capacidad para adaptarse que sus vecinos más ricos. La mayoría están situados en las zonas más cálidas del planeta, donde las temperaturas ya rondan o sobrepasan los límites a los cuales el calentamiento reducirá la producción agrícola en vez de aumentarla. Además, la agricultura representa una proporción mayor en las economías

Si no se toman medidas para limitar las emisiones de carbono, la productividad agrícola podría decaer drásticamente, sobre todo en los países en desarrollo

en desarrollo. Pero ha sido difícil estimar qué probabilidad tiene cada país de verse afectado.

Por esta razón, este estudio (Cline, 2007) tuvo por objetivo obtener una mejor evaluación a largo plazo de los efectos a nivel mundial en base a las políticas actuales (el llamado escenario de referencia) y comprender el probable impacto en los distintos países y regiones. El plazo se extiende al promedio de 2070–99, el denominado "decenio de 2080". Se cuenta con proyecciones de modelos climáticos comparables para este período, que es suficientemente distante en el futuro como para que se produzca un calentamiento considerable y se materialicen los daños potenciales, pero lo suficientemente cercano como para despertar la inquietud pública. Según el estudio, hay razones de peso para no desestimar los riesgos para la agricultura.

Cómo afecta el clima a la agricultura

El cambio climático puede afectar a la agricultura en diversas formas. Más allá de un cierto rango de temperaturas, el calentamiento tiende a reducir el rendimiento, debido a que se acelera el proceso de las cosechas, con lo cual se reduce la producción de granos. Asimismo, las altas temperaturas interfieren con la capacidad de las plantas para obtener y aprovechar la humedad. La evaporación del suelo se acelera cuando las temperaturas suben y se incrementa la transpiración de las plantas, a través de las hojas. El efecto combinado se denomina "evapotranspiración". Dado que es probable que con el calentamiento mundial aumenten las lluvias, el impacto neto del aumento de temperaturas en la disponibilidad de agua es una carrera entre una mayor evapotranspiración y mayores precipitaciones, carrera que en general gana la evapotranspiración.

No obstante, un factor clave culpable del cambio climático —las emisiones de carbono— también puede favorecer la agricultura al promover la fotosíntesis en muchos cultivos importantes (como el trigo, el arroz y la soja). Sin embargo, dista mucho de haber una confirmación científica sobre los beneficios de la fertilización carbónica. Pero sí sabemos que este fenómeno no ayuda mucho a otros cultivos (como la caña de azúcar y el maíz) que representan alrededor de un cuarto del valor total de cosechas.

Haciendo cálculos

Para estimar el impacto del calentamiento mundial en la agricultura de cada país si se mantienen los niveles actuales de emisiones de carbono, en el estudio se combinan dos conjuntos de modelos ya existentes, uno tomado de la climatología y el otro de la agronomía y la economía. A partir de seis importantes modelos climatológicos se estimaron los futuros cambios de temperatura y precipitaciones en una superficie dividida en aproximadamente 2.000 zonas. Estos cambios se sumaron a datos climatológicos actuales (unas 22.000 zonas) y se promediaron para obtener una proyección consensuada a partir de unas 4.000 zonas. Las estimaciones se transfirieron a los modelos del impacto en las cosechas desarrollados en el campo de la agronomía y la economía, a fin de obtener estimaciones de rendimientos, que posteriormente se promediaron a escala de países y regiones.

El consenso de los seis modelos muestra que si se duplica la concentración de carbono en la atmósfera se producirá un calentamiento global de 3,3 °C. Esta estimación se aproxima a la obtenida por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas para lo que se denomina "sensibilidad climática", que mide el calentamiento mundial a largo plazo que cabe prever si se duplica el dióxido de carbono en la atmósfera con respecto a los niveles preindustriales, lo cual indica que las predicciones de estos modelos se alinean con las predicciones estándar.

Para obtener estas estimaciones, se incorporaron a los modelos climáticos las proyecciones de las emisiones en el escenario de referencia, basadas en el escenario más usado en el Tercer Informe de Evaluación publicado por el IPCC en 2001. Actualmente, las emisiones anuales de combustibles fósiles ascienden a unos 7.000 millones de toneladas de carbono. Según la estimación del IPCC en el escenario de referencia, aumentarían a unos 16.000 millones para 2050 y 29.000 millones para 2100, en parte debido a un mayor uso de carbón. Las correspondientes concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono ascenderían a 735 partes por millón (ppm) para 2085, frente a un nivel preindustrial de 280 ppm y un nivel actual de 380 ppm.

El estudio divide el mundo en 116 países y regiones. Para el decenio de 2080, los seis modelos climáticos predicen que, en promedio, el aumento de la temperatura de la superficie se acercará a los 5 °C ponderando el área terrestre, y a alrededor de 4,4 °C ponderando el área agrícola (panel superior del cuadro 1). Este aumento es mayor que el calentamiento medio mundial de 3 °C, debido a que las áreas terrestres se calientan más que los océanos. Las precipitaciones también aumentan alrededor del 3%.

Cuadro 1

Más calor

Si siguen sin reducirse las emisiones de carbono, para el decenio de 2080 las temperaturas en las zonas terrestres y agrícolas subirán abruptamente . . .

	Zonas terrestres	Zonas agrícolas
Niveles de referencia		
Temperatura[1]	13,15	16,20
Precipitación[2]	2,20	2,44
Para el decenio de 2080		
Temperatura	18,10	20,63
Precipitación	2,33	2,51

. . . y la productividad agrícola se deteriorará en todo el planeta, pero con mayor severidad en los países en desarrollo.

(Variación porcentual del potencial de producción agrícola)

	Sin FC[3]	Con FC[4]
Total mundial		
Ponderada por el producto	–16	–3
Ponderada por la población	–18	–6
Mediana por país	–24	–12
Países industriales	–6	8
Países en desarrollo[5]	–21	–9
Mediana	–26	–15
África	–28	–17
Asia	–19	–7
Oriente Medio y Norte de África	–21	–9
América Latina	–24	–13

Fuente: Cline (2007).

[1]Temperatura media diaria en °C.

[2]La precipitación se mide en milímetros por día.

[3]Suponiendo que el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera (fertilización carbónica) no beneficia el rendimiento de las cosechas.

[4]Suponiendo un efecto positivo en los rendimientos debido a la fertilización carbónica (FC).

[5]Excluida Europa.

Como paso siguiente, las proyecciones del cambio climático se aplican a los modelos de impacto agrícola para obtener dos conjuntos de evaluaciones del efecto del cambio climático en la productividad agrícola. Un conjunto, los "modelos basados en las cosechas", relacionan la producción agrícola con la calidad de los suelos, el clima, el uso de fertilizantes, etc. (Rosenzweig e Iglesias, 2006). El otro, los "modelos ricardianos", infieren estadísticamente cómo influyen la temperatura y las precipitaciones en la productividad agrícola, examinando la relación entre el precio de la tierra y el clima: la productividad agrícola mejora cuando las temperaturas aumentan de frías a templadas, y viceversa (Mendelsohn y Schlesinger, 1999). En el caso de Canadá, Estados Unidos, India y muchos países de África y América Latina se dispone de modelos que relacionan los datos para cada departamento o establecimiento agrícola sobre el valor de la tierra o los ingresos netos con factores como la calidad del suelo, así como la temperatura y las lluvias. Ambos conjuntos de modelos tienden a generar resultados similares. En el estudio se combinaron para obtener una estimación de consenso de los rendimientos de las cosechas tanto sí el aumento de dióxido de carbono no genera mayores rendimientos como suponiendo que la fertilización carbónica produzca efectos positivos.

Impacto en el rendimiento de las cosechas

Los resultados no dan muchas razones para el optimismo. A nivel mundial, el impacto global de un calentamiento de la Tierra según el escenario de referencia para el decenio de 2080 es una reducción de la productividad agrícola (producción por hectárea) del 16% sin fertilización carbónica, y una reducción del 3% si los beneficios de dicha fertilización llegaran a materializarse, cuando los resultados se ponderan por la producción (panel inferior del cuadro 1). Las pérdidas son mayores cuando se ponderan por población o por país.

Cuadro 2

Qué suerte corre cada país

Tanto si el impacto del cambio climático se proyecta mediante modelos económicos como agronómicos, casi todos los países se ven perjudicados.

(Variación porcentual de la productividad agrícola)

	Modelo ricardiano[1]	Modelo basado en las cosechas[1]	Promedio ponderado	
			Sin FC	Con FC
Argentina	–4	–18	–11	2
Brasil	–5	–29	–17	–4
Estados Unidos	5	–16	–6	8
Planicies del sudoeste	–11	–59	–35	–25
India	–49	–27	–38	–29
China	4	–13	–7	7
Región centro sur	–19	–13	–15	–2
México	–36	–35	–35	–26
Nigeria	–12	–25	–19	–6
Sudáfrica	–47	–20	–33	–23
Etiopía	–31	–31	–31	–21
Canadá	0	–4	–2	12
España	–4	–11	–9	5
Alemania	14	–11	–3	12
Rusia	0	–15	–8	6

Fuente: Cline (2007).

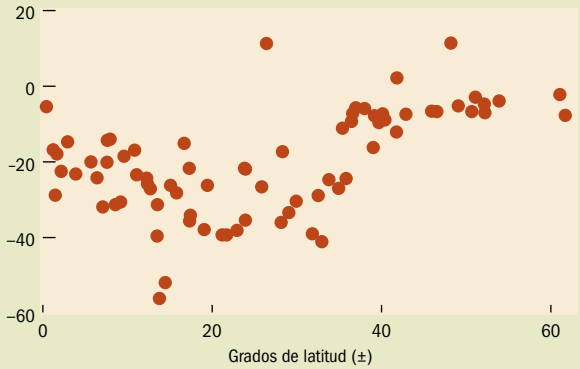
Nota: Los modelos ricardianos infieren estadísticamente en qué medida las temperaturas y precipitaciones contribuyen a la productividad agrícola, examinando la relación entre el precio de la tierra y el clima, mientras que los modelos basados en las cosechas relacionan la producción agrícola con la calidad de los suelos, el clima, el uso de fertilizantes, etc.

[1]Sin los efectos de la fertilización carbónica (FC).

El precio del sol

Cuanto más cerca está un país del ecuador, mayor es la probabilidad de que su agricultura sufra los efectos del calentamiento mundial.

(Variación del potencial de producción agrícola, en porcentaje)



Fuente: Cline (2007).

Nota: Cada punto representa un país.

Las pérdidas se concentran sobre todo en los países en desarrollo. Mientras que para los países industriales los resultados van desde pérdidas del 6% sin fertilización carbónica hasta ganancias de 8% con la misma, las regiones de países en desarrollo sufren pérdidas de alrededor de 25% y de 10%–15%, respectivamente. En los países en desarrollo, la pérdida media sería de 15%–26%, y la pérdida media ponderada según el producto sería de 9%–21%. Las pérdidas podrían ser devastadoras en algunos de los países más pobres (en Senegal y Sudán superarían el 50%).

En general, los daños serán mayores en los países más cercanos al ecuador (gráfico), donde las temperaturas ya se acercan a los niveles de tolerancia de los cultivos. La altitud del país también influye. Por ejemplo, debido a que la altitud es mayor y las temperaturas medias son más bajas, Uganda se ve ante pérdidas menores (17% sin fertilización carbónica) que Burkina Faso (24%), aun cuando este último país está situado alrededor de 10 grados más al norte del ecuador. Mientras que las mayores pérdidas se concentran en las latitudes más bajas, las ganancias, cuando se producen, ocurren en las latitudes más altas. Si la fertilización carbónica no produce un efecto positivo, los países más afectados están situados en África, América Latina y el sur asiático, aunque en casi todo el mundo se deteriora la productividad agrícola (mapa 1). ¿Serán de gran ayuda los beneficios de la fertilización carbónica? La respuesta parece ser sí y no. Se observan de todos modos resultados muy adversos para países de África, América Latina y el sur asiático, aunque algunos países y subregiones específicos correrían mejor suerte (mapa 2).

En un mayor desglose por países y regiones, el estudio arroja los siguientes resultados (cuadro 2):

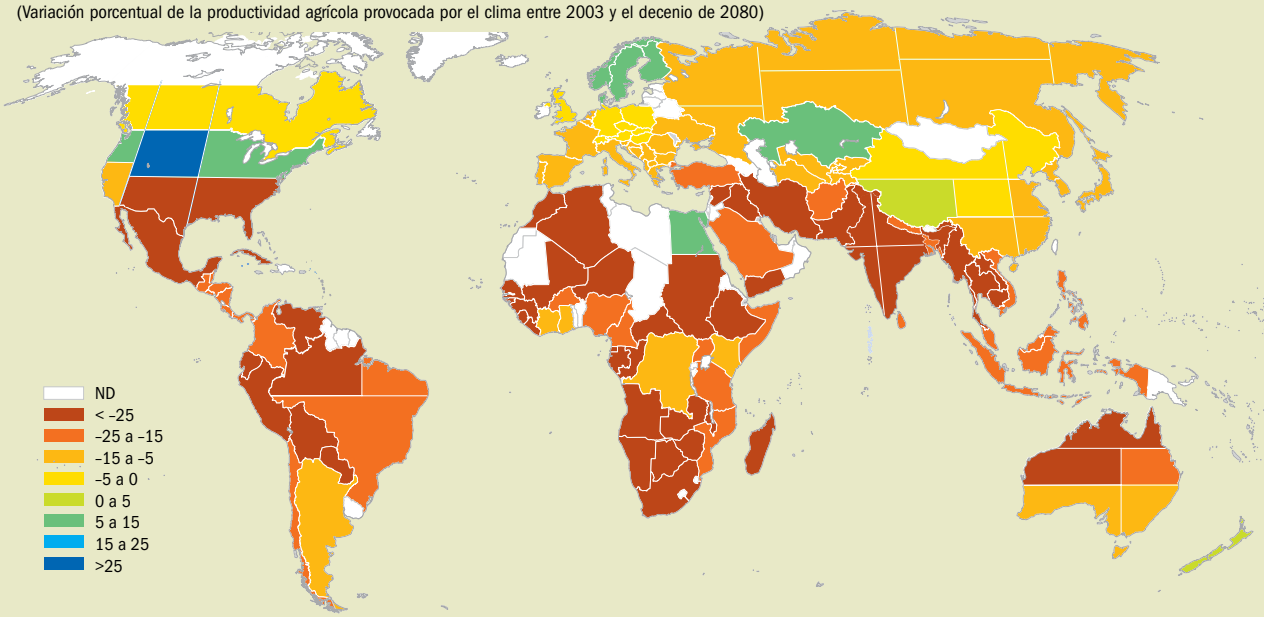
En ***América del Sur***, las pérdidas potenciales son considerables en Argentina y Brasil si no se materializa el efecto de la fertilización carbónica; en Brasil las pérdidas serían moderadas incluso con dicho efecto, pero Argentina saldría más beneficiada.

Mapa 1

Sin fertilización carbónica

Si el aumento del dióxido de carbono no tiene efectos positivos, la producción agrícola disminuye en casi todo el mundo, y de manera catastrófica cerca del ecuador.

(Variación porcentual de la productividad agrícola provocada por el clima entre 2003 y el decenio de 2080)



Fuente: Cline (2007).
Nota: ND significa que no hay datos disponibles o, en los casos de Alaska y el norte de Canadá, que la información no es aplicable.

En ***América del Norte***, la variación es enorme de norte a sur. Para *Estados Unidos*, el resultado global iría desde un deterioro global del 6% sin fertilización carbónica hasta un aumento del 8% con ella. Con todo, tras este promedio se ocultan las grandes pérdidas potenciales de las llanuras del sudeste y sudoeste, donde el promedio ponderado de los modelos ricardianos y los modelos basados en las cosechas muestran pérdidas que van desde el 25% si la fertilización carbónica produce algún beneficio hasta el 35% sin dicho beneficio. Para *Canadá*, al igual que para Estados Unidos, los resultados muestran pérdidas limitadas sin fertilización carbónica y ganancias moderadas con ella. En *México*, las pérdidas serían del 25% al 35%.

En ***África*** las pérdidas son cuantiosas. En *Nigeria* son de entre 6% y 19%, y en *Sudáfrica* y *Etiopía* son mucho mayores.

En ***Europa***, *Alemania* muestra pérdidas limitadas sin fertilización carbónica y ganancias moderadas con ella. En el caso de *España*, los resultados son algo menos favorables, lo cual se debe a la latitud de la región. En *Rusia*, sin fertilización carbónica, la productividad disminuye 8%; con ella, las ganancias son de 6%.

En ***Asia***, el contraste entre los dos países en desarrollo más grandes y dinámicos es impactante. El caso de *India* quizá sea el más alarmante, ya que las pérdidas van del 30% al 40%. Para *China* el rango es más moderado: desde una pérdida de 7% hasta una ganancia de 7%. Los resultados se asemejan a los de Estados Unidos: los efectos son, en promedio, relativamente neutros; pero en las regiones sureñas las pérdidas son considerables. El contraste con India es estrictamente coherente con su mayor cercanía al ecuador. En China y Estados Unidos, el centro de latitud se sitúa a los 38º norte aproximadamente, mientras que en India aproximadamente a los 22º norte.

¿Un rescate tecnológico?

Hay quienes sostienen que los rápidos cambios tecnológicos incrementarán los rendimientos agrícolas en tal medida para finales de este siglo que la reducción que pudiera causar el calentamiento mundial quedaría fácilmente compensada. Pero el cambio tecnológico es una falsa panacea por varias razones.

Primero, la revolución verde ya se ha desacelerado. Según cálculos basados en datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), los rendimientos de granos, que aumentaron a una tasa anual del 2,7% en los años sesenta y setenta, solo se incrementaron el 1,6% anual en el último cuarto de siglo. Aunque los crecientes precios agrícolas podrían crear incentivos para disminuir o invertir esta desaceleración, no puede asegurarse que así suceda.

Segundo, aún sin una mayor desaceleración, es probable que la carrera entre el aumento de la demanda de alimentos y el aumento de la producción sea muy pareja. Se prevé que la demanda mundial de alimentos prácticamente se triplicará para el decenio de 2080, debido al aumento de la población mundial y de los ingresos. También parece probable que una proporción considerable de las tierras se destine a la producción de biomasa para generar etanol. Por consiguiente, el equilibrio entre la oferta y la demanda es bastante precario, y se vería agravado si el calentamiento mundial produce un fuerte shock adverso.

Hay mucho en juego

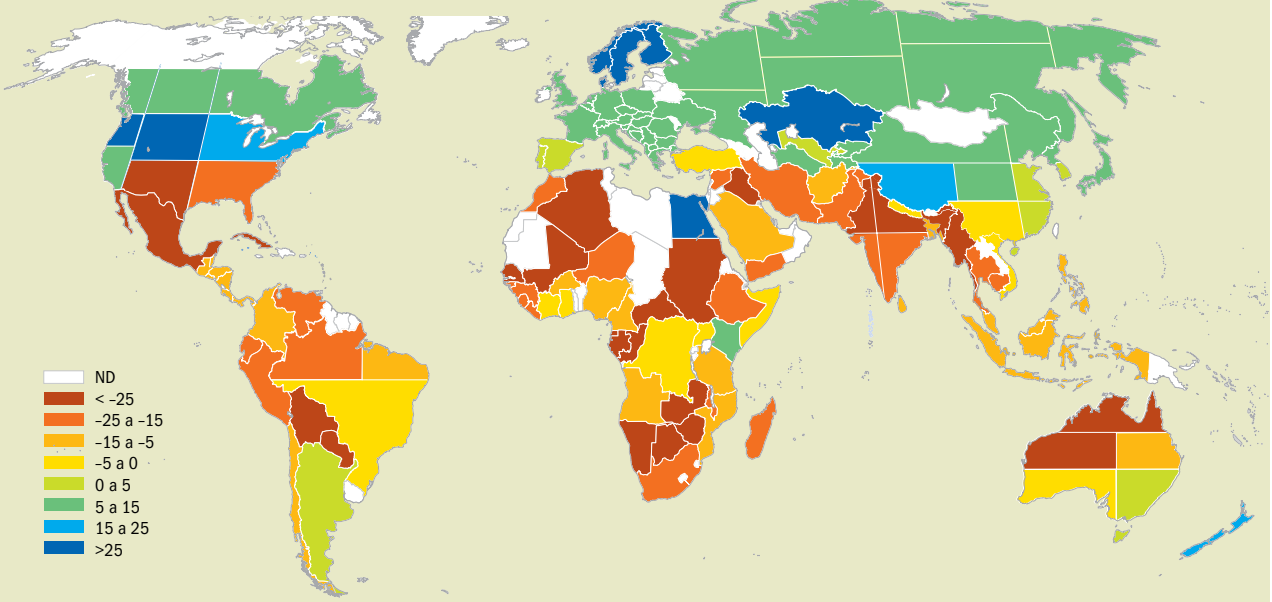
Las estimaciones que se presentan en este estudio ponen de relieve la importancia de una acción internacional coordinada para limitar las emisiones de dióxido de carbono y evitar el calentamiento y los daños que se producirían si no se adoptan medidas,

Mapa 2

Con fertilización carbónica

Si algunos cultivos se benefician de un aumento del dióxido de carbono, el impacto mundial es menos drástico y en las zonas más alejadas del ecuador podría registrarse un aumento de la productividad agrícola.

(Variación porcentual de la productividad agrícola provocada por el clima entre 2003 y el decenio de 2080)



Fuente: Cline (2007).
Nota: ND significa que no hay datos disponibles o, en los casos de Alaska y el norte de Canadá, que la información no es aplicable.

no solo en la agricultura, sino también al subir el nivel del mar e intensificarse los huracanes, entre otras cosas.

Asimismo, es probable que las pérdidas efectivas a nivel mundial sean peores que las descritas aquí. Ni los modelos basados en las cosechas ni los modelos ricardianos pueden explicar qué influencia tendría el probable aumento de fenómenos climáticos extremos, como las sequías y las inundaciones, y de las plagas. Las estimaciones tampoco tienen en cuenta las pérdidas agrícolas asociadas al aumento de los niveles del mar, una consideración sumamente importante para países como Bangladesh y Egipto. Y algo aún más importante es que, al pintar un panorama estático del decenio de 2080, las estimaciones no captan los daños mucho mayores que podrían esperarse si, al no tomarse medidas para limitar las emisiones de carbono, el calentamiento mundial en el siglo XXII fuera aún mucho más grave.

Los que mayor riesgo corren son los países en desarrollo, por lo cual redunda en su propio beneficio su activa participación en los programas mundiales de reducción de las emisiones de dióxido de carbono. China ya produce mayores emisiones que la Unión Europea y pronto superará a Estados Unidos. Las emisiones globales de los países en desarrollo (incluidas las derivadas de la deforestación) prácticamente equivalen ya a las de los países industriales, y están aumentando con rapidez.

Los dos mayores países en desarrollo, India y China, parecen tener intereses potencialmente contrapuestos con respecto a los programas internacionales de reducción de emisiones. Dado que los efectos en su agricultura serían neutros o incluso positivos, China podría estar menos interesada en dichos programas que India, que podría sufrir grandes pérdidas si no se modifican las políticas mundiales sobre las emisiones. Pero aun en China algunas subregiones clave corren riesgo.

Afortunadamente, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en Bali, Indonesia, en diciembre de 2007, los países convinieron en empezar a negociar un nuevo acuerdo internacional que reemplace al Protocolo de Kioto para 2009. En los dos países que se han resistido a firmar el acuerdo de Kioto ha habido giros: Australia lo firmó hace poco tras un cambio de gobierno; y en Estados Unidos los principales candidatos presidenciales de ambos partidos han propuesto reducciones relativamente ambiciosas de las emisiones de dióxido de carbono de ese país. Si las naciones en desarrollo líderes, como Brasil, China e India, también se muestran más dispuestas a reducir las emisiones, las nuevas negociaciones podrían sentar las bases para la adopción de medidas internacionales significativas de reducción de las emisiones de carbono en la era pos-Kioto. ■

William R. Cline es Investigador Principal en el Peterson Institute for International Economics y en el Center for Global Development.

Referencias:

Cline, William R., 2007, Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country *(Washington: Center for Global Development y Peterson Institute for International Economics).*

Mendelsohn, Robert, y Schlesinger, Michael E., 1999, "Climate Response Functions", Ambio, vol. 28 (junio), págs. 362–66.

Rosenzweig, Cynthia, y Ana Iglesias, 2006, "Potential Impacts of Climate Change on World Food Supply: Data Sets from a Major Crop Modeling Study"; http://sedac.ciesin.columbia.edu; disponible el 9 de agosto de 2006.