



Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas

Walter Vergara
Ana R. Rios
Paul Trapido
Hector Malarín

**Banco
Interamericano de
Desarrollo**

**División de Cambio
Climático y
Sostenibilidad**

**División de Medio
Ambiente, Desarrollo
Rural, y Administración
de Riesgos por Desastres**

DOCUMENTO DE DEBATE

No. IDB-DP-329

Febrero 2014

Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas

Walter Vergara
Ana R. Rios
Paul Trapido
Hector Malarín



Banco Interamericano de Desarrollo
2014

<http://www.iadb.org>

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables.

Copyright ©2014 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

Los autores desean agradecer la contribución de Alba Collart (Mississippi State University). Se agradece especialmente a Lester Brown (Earth Policy Institute); José Joaquín Campos (CATIE); Andrew Jarvis (CIAT); Alejandro Deeb, Carlos Ludeña, Alfred Grunwaldt y Tomás Serebrisky (Banco Interamericano de Desarrollo) por sus comentarios a una versión anterior de este documento.

Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas

Introducción

La agricultura cumple un papel fundamental en la economía y en el tejido social de América Latina y el Caribe (ALC). En 2012 el sector contribuyó 5% del producto interno bruto (PIB) de la región. Asimismo contribuyó con 19% y 9% del empleo masculino y femenino respectivamente durante el período 2008-2011 (World Bank 2013). En paralelo, las exportaciones de América Latina aportan cada vez más al comercio agrícola internacional –de un 8% a mediados de los años noventa a un 13% en 2011 (World Bank 2012)– y actualmente representan el 23% de las exportaciones totales de la región¹. Se espera que la región contribuya de manera creciente a la seguridad alimentaria mundial. Al mismo tiempo, se estima que en ALC hay 49 millones de personas malnutridas (OECD-FAO 2012) y la participación de la agricultura en el ingreso total del hogar supera el 50% entre familias en condiciones de pobreza en áreas rurales de algunos países latinoamericanos².

En este contexto, se prevé que los cambios climáticos anticipados para el presente siglo ejerzan una presión adicional en las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolla la actividad agrícola. Esto significa que si no se afrontan estos impactos de manera adecuada, se podría dar lugar a considerables consecuencias económicas y sociales en la región.

Entre los cambios físicos relevantes a la actividad agrícola que se visualizan bajo los escenarios climáticos más comunes figuran: aumento en las temperaturas atmosférica y del suelo, alteraciones en las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, alza del nivel del mar, cambios en el ciclo hidrológico así como en la calidad del agua y su disponibilidad, intensificación y aumento de eventos climáticos extremos (entre ellos sequías e inundaciones), y modificaciones en el nivel altitudinal de los puntos de rocío, entre otros. Algunos de estos cambios son graduales y unidireccionales, lo cual significa que se manifestarán a lo largo del tiempo a una tasa todavía incierta pero cuya dirección es conocida. Este es el caso del aumento de las temperaturas y de los niveles de CO₂ en la atmósfera, y de elevación del nivel del mar. Este documento se centra en las implicaciones que tales cambios tendrán en la agricultura. Existen otros más inciertos y variables (como por ejemplo cambios en los patrones de eventos extremos del clima y de precipitación) donde se requiere más investigación para determinar con mayor grado de certeza sus efectos sistémicos en la agricultura.

Este informe tiene como objetivo resaltar la necesidad de un mejor entendimiento de las consecuencias del clima futuro para el sector agrícola de ALC y planificar las acciones de adaptación correspondientes. Con este

¹ América Latina cuenta con el segundo potencial mundial remanente de área de producción de secano (363 millones de ha), además de la mayor dotación de recursos hídricos renovables (13.500 km³) y de posible tierra cultivable (Alexandratos y Bruinsma 2012).

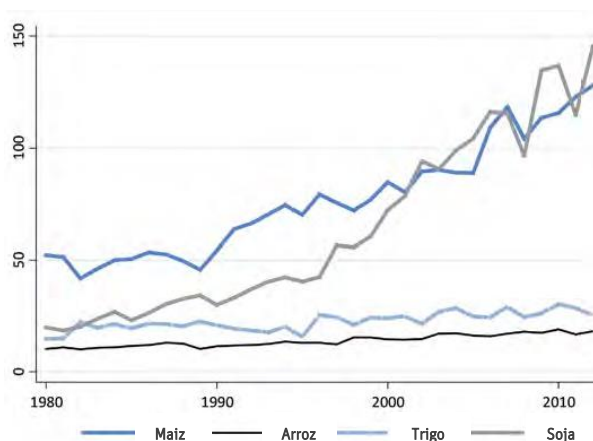
² Entre ellos figuran Nicaragua (IFAD 2010), Brasil (World Bank 2003) y El Salvador (World Bank 1998).

fin, se presenta un panorama general de los desafíos climáticos que afronta el sector³, incluyendo impactos proyectados en la actividad agrícola y posibles respuestas.

El sector agrícola en ALC

La producción agrícola continúa siendo fundamental en la actividad económica de la región pese a que en los últimos tiempos se ha registrado una considerable diversificación sectorial. El sector representó el 5% del PIB de la región en 2012, pero en varios países constituyó más del 10% del PIB total (World Bank 2013)⁴. Se estima que el producto agrícola agregado de ALC sobrepasó los US\$300.000 millones en 2012, impulsado fundamentalmente por aumentos en el valor de los productos básicos agrícolas (gráfico 1), aunque también por incrementos en productividad y expansión del área en producción. La región es también la fuente principal de azúcar, soja y café, con una participación del 50% en las exportaciones mundiales de estos productos (FAO 2014).

Gráfico 1. Índice de Precios de Productos Agrícolas de Exportación de América Latina



Fuente: OECD-FAO (2012)

En términos de *área cultivada*, la región tiene un importante potencial de incorporar más territorio a la producción agrícola; de hecho, entre 2001 y 2011 amplió en 31 millones de hectáreas el área dedicada a esta actividad (FAOSTAT 2013). Por ejemplo, en Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay se observó un aumento total del 43% en la superficie cultivada entre los ciclos de cultivo de 2000-01 y 2010-11 (FONTAGRO-BID 2013). Además, el monocultivo disminuyó en un 66% para los cultivos de invierno, mientras que para los de verano se registró un aumento del 59% en el área sembrada (gráfico 2). Este desplazamiento de la frontera agrícola se produjo a expensas de pastizales naturales y cultivados, al mismo tiempo de que indujo un aumento

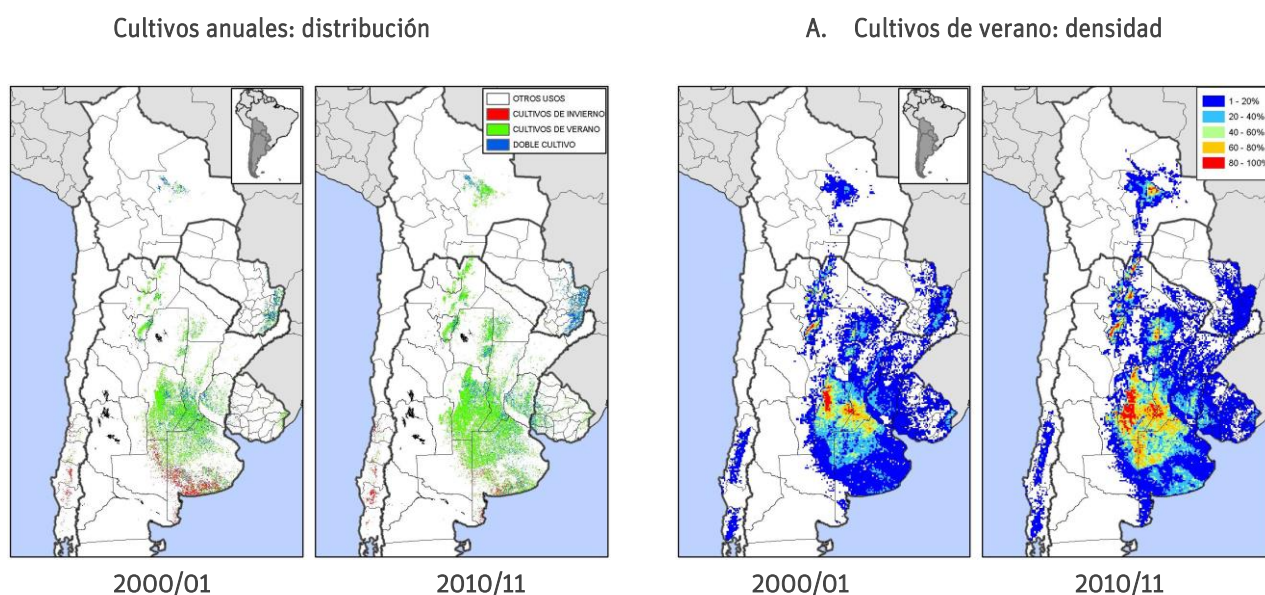
³ Es posible, en ciertos casos, que el cambio climático presente oportunidades en vez de desafíos. Por ejemplo, Magrin et al. (2005) señalan que un incremento en las precipitaciones en las regiones de pampa en Argentina condujo a un aumento en los rendimientos de las cosechas de soja, maíz, trigo y girasol (38%, 18%, 13% y 12% respectivamente).

⁴ El sector agrícola representó más del 10% del PIB total en Uruguay (17%), Bolivia (13%), Nicaragua (19%), Honduras (15%), El Salvador (13%), Guatemala (11%), Guyana (21%) y Dominica (14%).

en la deforestación. Asimismo, un área un poco mayor a la superficie total de Costa Rica (54.000 km²) se convirtió al cultivo de la soja en los estados agrícolas de Goiás, Mato Grosso y Mato Grosso do Sul en Brasil (Chomitz et al. 2007). Entre 1980 y 2000, la principal fuente de tierra agrícola nueva en América Latina fueron tanto los bosques prístinos como los ya intervenidos (Gibbs et al. 2010).

Sin embargo, y aunque todavía existe un potencial significativo de expansión de tierras agrícolas en la región –tanto en términos de disponibilidad de suelos cultivables como de acceso a agua –, aumentos adicionales de esta magnitud pueden contrarrestar los esfuerzos encaminados a la conservación de suelo deforestación evitada a menos de que estos temas se aborden de manera cuidadosa o que la expansión de la actividad agrícola se dirija a restaurar tierras ya degradadas.

Gráfico 2. Movimiento de la Frontera Agrícola en Países Sudamericanos Seleccionados



Fuente: BID-FONTAGRO (2013)

La región ha presentado continuos *aumentos en rendimientos* como resultado del uso de prácticas y semillas mejoradas, y de un mayor empleo de plaguicidas y fertilizantes. Aunque los rendimientos de muchos productos básicos agrícolas pueden haber llegado a su punto máximo en los países desarrollados (Grassini et al. 2013), en la región todavía hay espacio para aumentarlos (Alston et al. 2010). Existe un potencial importante para aumentos futuros en la productividad de pequeños y medianos agricultores quienes aún pueden obtener mejoras significativas en el sistema de producción. Esto exigirá un mejor manejo y mayor inversión en investigación agrícola, asistencia técnica y genética de plantas.

El *riego* es una vía importante para incrementar la productividad agrícola y diversificar los cultivos (FAO 2000; Mollinga y Bolding 2004). En la actualidad, cerca del 90% de la tierra cultivada en ALC no está irrigada (Wani

et al. 2009)⁵. Otras regiones como Asia-Pacífico exhiben una tasa mucho más elevada de áreas agrícolas irrigadas (ECLAC et al. 2012). La expansión del riego puede aumentar la producción de alimentos en ALC, pero requerirá un incremento sustancial de infraestructura y capital.

Desde una *perspectiva social*, el impacto de la agricultura no es tan alto como el de otros sectores, pero las labores del campo emplean una proporción importante de mano de obra no calificada –un segmento que oscila entre el 48% de toda la fuerza laboral en Argentina y el 91% en Nicaragua (Bambrilla et al. 2010). Además estas labores constituyen la principal estrategia de sustento para los agricultores de subsistencia que, junto con las actividades económicas no agrícolas, representan el 70% del ingreso total de los hogares rurales en condiciones de pobreza (World Bank 2007).

Los productores agrícolas de la región son muy heterogéneos y van desde agricultores de subsistencia que usan ningún o pocos insumos externos hasta aquellos que operan en escala comercial empleando agroquímicos de manera más intensiva y cuyas actividades están vinculadas al comercio internacional (Altieri y Toledo 2011). Por su parte, las pequeñas propiedades agrícolas son relevantes en lo que concierne a la seguridad alimentaria. Se estima que en ALC hay alrededor de 15 millones de fincas familiares que abarcan casi 400 millones de hectáreas (Berdegué y Fuentealba 2011). En estas propiedades se practica la agricultura tradicional o de subsistencia y se produce el 51% del maíz, 77% del frijol y 61% de la papa que se consume en la región (Altieri y Toledo 2011; Altieri 1999). En México, por ejemplo, la agricultura familiar representa el 70% y 60% de la superficie total dedicada al cultivo del maíz y frijol respectivamente (Altieri y Toledo 2011; Altieri 1999), mientras que en Colombia –donde el café constituye cerca del 22% del PIB agrícola–, las plantaciones de café de cinco hectáreas o menos representan al 96% de los productores y el 62,2% de la superficie total cultivada con este producto (Fonseca 2003).

Desde el punto de vista de mitigación, la agricultura es clave, dada su contribución a las emisiones regionales de gases de efecto de invernadero (GEI). La agricultura, uso del suelo, cambios de uso del suelo y silvicultura representaron cerca de dos tercios de las emisiones de GEI de ALC en el 2005 (WRI 2012). Esto es contrario a la situación promedio global donde el perfil mundial de emisiones está dominado por el uso de energía. En la región, cerca de una tercera parte de las emisiones causadas por los cambios en el uso del suelo en la región se relaciona con la deforestación neta,⁶ aunque ahora hay esperanzas de que esta participación pueda reducirse aceleradamente gracias al éxito logrado por los programas destinados a evitarla y la consolidación de programas para la recuperación de tierras degradadas. Por otra parte, la huella de carbono de las actividades agrícolas per se tiene que ver con aquellas prácticas y tecnologías vinculadas con tradiciones profundamente arraigadas que pueden ser más difíciles de transformar. Incluso cuando se consideran los escenarios más radicales de reducción de emisiones de CO₂, la agricultura seguirá contribuyendo a la huella regional de carbono de manera significativa (Vergara et al. 2013). En tal sentido, este sector es clave para los esfuerzos de

⁵ Los terrenos irrigados aumentaron en un 25%, de 18 millones de hectáreas en 1996 a 22 millones en 2011 (FAOSTAT 2013).

⁶ Si bien es cierto que los vínculos causales de la deforestación son complejos, la expansión de los cultivos de soja y maíz está relacionada con una reducción de áreas boscosas en América Latina entre 1990 y 2006 (Opio et al. 2013). Por otra parte, las emisiones originadas en el cambio del uso del suelo en ALC se le atribuyen a la producción industrial de ganadería vacuna y porcina (Opio et al. 2013, MacLeod et al. 2013).

reducción de emisiones. Más aún, las intervenciones en esta área pueden ayudar a lograr simultáneamente un desarrollo sostenible bajo en carbono y resiliente al clima.

Impactos sistémicos del clima en la agricultura en ALC

Los impactos sistémicos, aquellos que afectan al sector agrícola en forma global y a lo largo del tiempo, están relacionados con cambios unidireccionales proyectados en:

- a) temperaturas de la atmósfera y del suelo;
- b) disminución en la humedad del suelo;
- c) alza del nivel del mar, y
- d) fertilización con CO₂.

Existen también otros efectos donde existe menos consenso acerca de su magnitud y evolución en el tiempo pero es probable ejerzan una presión significativa en el sector agrícola. En esta categoría figuran modificaciones en los patrones de las lluvias, cambios en la distribución e intensidad de plagas y enfermedades, variabilidad del clima (incidencia de sequías e inundaciones).

1.1 Temperaturas de la atmósfera y del suelo

Los cambios esperados en las temperaturas de la atmósfera y del suelo son motivo de preocupación para los rendimientos agrícolas. El problema principal radica en que los cultivos más importantes no logren mantener su actividad fotosintética a medida que continúen aumentando las temperaturas⁷. Si bien temperaturas más elevadas por lo general promueven el crecimiento, la actividad fotosintética decae rápidamente una vez que ha alcanzado su punto óptimo. Cuando la temperatura supera los 35°C, la fotosíntesis se desacelera y cae a cero una vez que la temperatura llega a los 40°C (Brown 2004). Por ejemplo, el factor principal de la disminución de rendimientos en Estados Unidos en el verano de 2012 –18% en el caso del maíz y cerca del 10% para la soja– fue la presencia de temperaturas superiores a las normales (Wescott y Jewison 2013)⁸.

La anomalía promedio de temperatura para el presente siglo está proyectada en el rango de 2-6°C. Sin embargo, durante los veranos en las próximas décadas, es posible que las temperaturas alcancen ese umbral más rápido y con mayor frecuencia en áreas agrícolas especialmente aquellas ubicadas en latitudes tropicales. En algunos cultivos –tales como los granos–, un crecimiento más rápido disminuye la cantidad de tiempo que tienen las semillas para madurar, reduciendo de esta manera los rendimientos (USGCRP 2009). El cambio climático está además provocando alteraciones de largo plazo en la hidrología y ecología de los ecosistemas, lo que a su vez es factible que afecte la producción agrícola. Las temperaturas más altas afectan las tasas de evaporación y evapotranspiración, así como el almacenamiento de agua en lagos y embalses⁹. Al mismo

⁷ Temperaturas superiores a 29°C y 30°C son perjudiciales para el maíz y la soja (Smith et al. 2008).

⁸ En 2012, en las regiones productoras de maíz de Estados Unidos, la temperatura estuvo 6°F arriba de la temperatura promedio del mes de julio en el periodo 1980-2010.

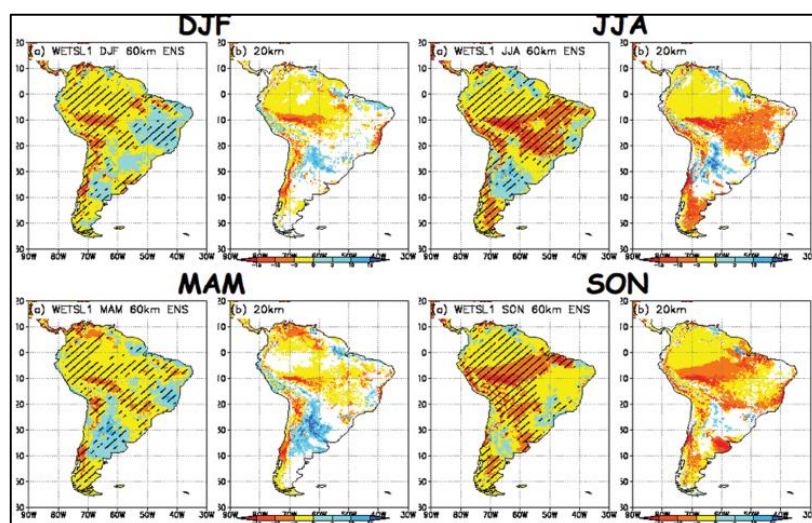
⁹ El retroceso acelerado de los glaciares está afectando el almacenamiento y disponibilidad de agua en áreas donde constituyen la fuente principal para el consumo humano y usos agrícola.

tiempo, están cambiando la altitud de los puntos de rocío, afectando así el equilibrio hidrológico en áreas montañosas (Vergara et al. 2011).

1.2 Disminuciones en la humedad de la capa superior del suelo

Se han pronosticado periodos prolongados de sequía y bajos niveles de humedad en amplias regiones de ALC como consecuencia del cambio climático. En una proyección realizada para América Latina en el contexto de un diagnóstico impactos del clima en bosques tropicales se estimó una prolongación de los periodos de sequía para la mayor parte de la región y una reducción significativa en la humedad en la capa superior del suelo (gráfico 3). Algunas de las principales reducciones ocurrirán en áreas de producción de alimentos como el sudeste de la cuenca amazónica en Brasil, el delta del río de la Plata y las planicies costeras en la parte norte de América del Sur.

*Gráfico 3. Cambios Estacionales en la Humedad de la Capa Superior del Suelo en América del Sur desde el Presente hasta Finales del Siglo XXI**



Fuente: Vergara y Scholz (2010)

* Los colores amarillo y rojo indican las mayores anomalías negativas. Cada panel representa tres meses en el año. Las áreas sombreadas muestran que existe una sólida correspondencia entre las proyecciones de grilla fina y gruesa usando el “Simulador de la Tierra”.

El agua destinada a la agricultura en ALC representa cerca del 67% de la extracción total (FAO 2013). La disminución de la humedad en la capa superior del suelo puede reflejarse en una reducción considerable de tierra apta para la agricultura dependiente de las lluvias y lo anterior agravarse con la presencia de periodos prolongados de sequía. En consecuencia, la necesidad de sistemas de riego aumentará ejerciendo presiones en la infraestructura existente para suministro de agua con aumentos esperados en los costos de producción. Además, las reducciones en la humedad de la superficie del suelo se relacionan con un aumento en la aridez¹⁰. Esto es particularmente relevante en el caso de América Latina, dada su marcada dependencia en sistema de producción de secano y de la presencia de unidades agrícolas de pequeña escala en áreas marginales.

¹⁰ Se proyecta un aumento general en la aridez en todos los departamentos de los países de América Central para 2020; el pronóstico indica que los incrementos serán mayores en aquellos lugares donde históricamente se han presentado condiciones más húmedas (CEPAL 2012).

1.3 Aumento del nivel del mar

En las áreas costeras y deltas la agricultura es susceptible al aumento del nivel del mar (ANM) inducidas por inundaciones, erosión, salinización de acuíferos y del suelo, y pérdida de ecosistemas. Las intrusiones de agua salada pueden afectar los acuíferos costeros dejándolos inservibles para usos agrícolas, además de que promueven la salinización gradual de las franjas costeras. La importancia económica del ANM en la región radica en que existen varias áreas productivas que están localizadas cerca del litoral. Sin embargo, no existe todavía un diagnóstico global acerca del impacto sistémico que pueda tener el aumento del nivel del mar en las áreas agrícolas cercanas a las zonas costeras y deltas.

Entre las áreas cerca del nivel del mar donde se practica la agricultura intensiva figuran las planicies costeras de Colombia y Venezuela, el Golfo de México y las áreas costeras del Mar de Cortés, como también los deltas del río de la Plata en Argentina y del río Magdalena en Colombia, y el estado de Maranhão in Brasil. Guyana es el ejemplo de los impactos que puede tener el ANM a raíz del cambio climático en países donde existe una marcada concentración de la actividad económica en las planicies costeras. Cerca del 25% de estos territorios en Guyana (142.500 ha) –de los cuales el 59% está dedicado a la agricultura– tienen la posibilidad de quedar afectados por el ANM, y la intensificación de las mareas ciclónicas (Government of Guyana 2012).

1.4 Fertilización con CO₂

Las concentraciones de CO₂ han aumentado desde cerca de 280 ppm antes de la Revolución Industrial hasta 400 ppm en la actualidad y se pronostica que continúen creciendo según lo indican los diferentes escenarios climáticos. El consenso de varios estudios señala que el efecto de la fertilización con CO₂ en las plantas es real: las tasas fotosintéticas de los cultivos responden a los aumentos en los niveles de CO₂ hasta cerca de 700 ppm, dependiendo de las especies y otras variables (Allen et al. 1996). Este efecto se inicia con una mayor fijación de CO₂. El crecimiento reproductivo y vegetativo de la biomasa por lo general aumenta cuando el CO₂ se eleva. Se espera que el resultado neto de la fertilización con CO₂ sea un aumento en la producción de biomasa y por lo tanto en los rendimientos. No obstante, en los escenarios de cambio climático se prevé que las temperaturas se eleven como resultado del incremento de CO₂. En un mundo con mayores concentraciones de CO₂, la presencia de temperaturas más altas podría incrementar el crecimiento vegetativo; pero, la interacción de estas dos variables es posible que dé lugar al efecto opuesto en los rendimientos una vez que se alcancen los umbrales de temperatura. Análisis adicionales son necesarios para determinar los impactos netos en los rendimientos agrícolas de un mundo más cálido con mayores concentraciones atmosféricas de CO₂.

1.5 Otros impactos

Los impactos acumulativos del cambio climático afectarán la distribución de plantas y animales, la fenología y las interacciones ecológicas.

Distribución de plantas y animales. La alteración en la distribución de plantas y animales incluye un desplazamiento en las especies tropicales y también de los límites altitudinales (Parmesan 2006, Laderach et al. 2009), a medida que aumentan las temperaturas. Es posible que el café registre una redistribución geográfica en Brasil y que se produzca una disminución general de los terrenos aptos para este cultivo. Hagggar y Schepp (2012) estiman que hasta un 33% del área actualmente sembrada con café en los estados de São Paulo y Minas Gerais (dos de los principales productores del grano) se puede perder, mientras que las áreas aptas en Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul aumenten. En Nicaragua también podría reducirse la tierra

idónea para la producción de café como consecuencia de que la altitud óptima para ese cultivo aumente de 1200 msnm a 1400 msnm y 1600 msnm para 2020 y 2050 respectivamente (Laderach et al. 2009)¹¹. En algunos casos, esta tendencia hacia un cultivo más intensificado en mayores elevaciones está dando lugar a cambios en el uso del suelo en las cuencas altas desplazando áreas críticas para la conservación y regulación del agua.

La diversidad de recursos genéticos está siendo amenazada por el cambio climático. Las variedades endémicas tienen una capacidad menor de desplazarse y sobrevivir a medida que se modifican las condiciones agroecológicas. Cerca de un 20% de parientes silvestres de los tres cultivos alimenticios (cacaahuete, alubia o frijol de ojo negro y papa) podrían correr el riesgo de extinguirse para el 2050 (Jarvis et al. 2008). Siete de los 25 lugares más críticos del mundo con altas concentraciones de especies endémicas se encuentran en América Latina y están sufriendo pérdidas de hábitat (Jarvis et al. 2011). Existe la necesidad simultánea de conservar los recursos genéticos y realizar investigaciones dirigidas a identificar rasgos genéticos clave en materia de adaptación (CGRFA 2011).

Fenología. Este aspecto incluye –entre otros– la aceleración del crecimiento, floración y maduración de frutos debido a la presencia de temperaturas más cálidas (Root et al. 2003, Menzel 2005, Cleland et al. 2007, Sherry et al. 2011), así como alteraciones en la germinación de las semillas (Walck et al. 2011). La evidencia indica que a nivel mundial desde los años sesenta la primavera ha anticipado su inicio (Walther et al. 2002) a una tasa de entre 2,3 y 5,1 días por década (Parmesan y Yohe 2003, Root et al. 2003), con cambios consecuentes en el momento en que ocurren actividades estacionales de animales y plantas (Walther et al. 2002). Esto puede afectar la producción en las áreas localizadas en el sur del continente¹².

Interacciones ecológicas. Temperaturas más altas también pueden causar modificaciones en la distribución geográfica de plagas, cambios en el crecimiento de sus poblaciones y en la duración de sus estaciones de desarrollo, así como inducir un mayor riesgo de que se produzcan invasiones de plagas migratorias (Porter et al. 1991). En Colombia se han registrado aumentos en las plagas y enfermedades del banano, plátano, café, papa, cacao, maíz y yuca como resultado del cambio climático (Lau et al. 2013). Se requiere mayor investigación sobre el manejo de los impactos del clima en insectos benéficos y plagas. Entre estos temas figura la influencia de las variables climáticas en los insectos benéficos y plagas, monitoreo de largo plazo de los niveles de sus poblaciones y las posibles repercusiones del cambio climático en las estrategias de manejo de insectos.

Para concluir, pese a que es difícil de determinar con la información disponible, la agricultura se afecta también por la intensificación de eventos climáticos. Según la Base de Datos Internacional sobre Desastres (EM-DAT) de OFDA/CRED, la frecuencia de inundaciones y sequías en las Américas ha aumentado 20 veces entre la primera mitad del siglo XX y la primera década del siglo XXI. Desde 1950 se han registrado cambios en

¹¹ Existe evidencia de que las mayores altitudes de la Cordillera Americana están registrando tasas más aceleradas de calentamiento (Bradley et al. 2004 y 2006, Ruiz et al. 2012).

¹² Los efectos del cambio climático pueden extenderse a las características cualitativas de la producción agrícola (Sugiura et al. 2013, Sun et al. 2012) y a pérdidas post cosecha (Magan et al. 2011); dos áreas donde las implicaciones económicas podrían ser importantes.

los eventos extremos relacionados con el clima incluyendo un aumento en la frecuencia e intensidad de días y noches cálidos, olas de calor, fuertes precipitaciones, sequías, actividades ciclónicas y nivel del mar (IPCC 2013). Por ejemplo, en América Central la frecuencia de las inundaciones ha aumentado en más del doble entre 1970-1989 y 1990-2009 (CEPAL 2011). En Perú, las pérdidas estimadas en la producción de cultivos por concepto de eventos climáticos en el periodo 1995-2007 fueron de 444.707 ha, equivalentes a US\$910 millones (Ministerio del Ambiente 2010). El sector agrícola centroamericano ha reportado pérdidas estimadas de US\$155 millones y de más de US\$355 millones como consecuencia del impacto del huracán Mitch y de la tormenta tropical Stan respectivamente (CEPAL 2009).

Posibles medidas de respuesta

El cambio climático generará modificaciones en la producción de cultivos: algunas áreas dejarán de ser aptas para cierto cultivo mientras que otras se volverán adecuadas para su producción. Es factible que los rendimientos se reduzcan y que los costos de producción aumenten. Estas alteraciones incidirán sobre todas las actividades agrícolas desde operaciones agroindustriales hasta las de pequeños productores. No obstante, este último grupo puede padecer de los impactos más graves y cuenta con mayores limitaciones de recursos para afrontarlos.

Los impactos económicos en la agricultura podrían ser significativos. Por ejemplo, Parry et al. (2004) proyectan una reducción de rendimientos cercana al 20% para el trigo y cebada como consecuencia de estos impactos. En un informe reciente se proyecta que las exportaciones anuales agrícolas de ALC podrían disminuir en cerca de US\$50.000 millones para 2050, únicamente como resultado de los efectos del cambio climático en los rendimientos de las cosechas. En el ámbito regional para el año 2020 se anticipa que la disminución de los rendimientos de maíz, soja, trigo y arroz alcanzará a significar entre US\$8.000-11.000 millones en pérdidas de ganancias netas por concepto de exportaciones (Fernandes et al. 2012)¹³. Los rendimientos del maíz registrarán reducciones de entre 21 y 34% en Honduras, Guatemala y Panamá, mientras que las de frijol en Guatemala pueden llegar a ser hasta de un 66% (ECLAC, FAO, and IICA 2012). Además de la disminución en la productividad agrícola es posible que se observen otras consecuencias como amenazas a la seguridad alimentaria, especulación con los precios de alimentos y posibles aumentos en los niveles de malnutrición.

En varios estudios se ha subrayado la urgencia de llevar a cabo actividades de adaptación (e.g. Fernandes et al. 2012; Vergara et al. 2013) para afrontar este reto. Se estima que la región requiere hacer inversiones anuales por un monto adicional que oscila entre US\$1.100 y US\$1.300 millones¹⁴ para adaptarse al cambio climático, de lo cual un tercio se destina a investigación agrícola (IFPRI 2009). Asimismo, el Banco Mundial (World Bank 2010) aproxima las necesidades totales de adaptación del sector agrícola en la región a una cifra que oscila entre US\$1.200 y US\$1.300 millones anuales.

¹³ La disminución de los rendimientos se asocia con la escasez de humedad durante la etapa de llenado de grano y con la reducción de ciclo de cultivo.

¹⁴ Medidos en dólares de Estados Unidos del año 2000.

Las medidas de adaptación –por ejemplo el uso de variedades mejoradas y de prácticas de producción adecuadas en materia de riego, conservación de suelos, siembra directa (poca o ninguna labranza) y manejo del agua– pueden resultar efectivas para reducir la magnitud de los daños y pérdidas que resulten de los impactos sistémicos y de largo plazo del cambio climático. Entre las inversiones recientes en materia de adaptación realizadas en la región figuran: mejoras en los sistemas de vigilancia climática y oceanográfica, despliegue de sistemas de alerta temprana y uso de escenarios de cambio climático para planificar medidas de adaptación (México y el Caribe); uso de conocimientos antiguos para maximizar la infiltración de agua en los suelos (Centro y Sudamérica); conservación de ecosistemas de alta montaña como mecanismo para retener agua (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia); y la identificación, desarrollo y/o uso de variedades resilientes al clima. Sin embargo, todavía queda un largo camino por recorrer en lo que se refiere a atenuar los impactos en el sector agrícola.

La adaptación a los impactos unidireccionales de largo plazo requerirá el desarrollo de diversos tipos de programas y actividades. Es recomendable que este proceso incluya por lo menos los siguientes elementos:

- a) Los responsables de las políticas, agricultores, instituciones del sector privado e inversionistas deben reconocer que la agricultura de la región afronta un desafío sin precedentes que exigirá un esfuerzo sostenido de adaptación para evitar los tipos de impactos sistémicos de largo plazo aquí discutidos. Esto significa que existe la necesidad de realizar una campaña de concientización sobre los impactos previstos, lapsos en que estos pueden presentarse así como efectos económicos y sociales relacionados.
- b) Revisar las políticas agrícolas actuales con el fin canalizar los recursos públicos de forma que sean congruentes con una agricultura baja en carbono y resiliente al clima, así como para promover la inversión en bienes públicos tales como investigación agrícola y servicios de extensión.
- c) Aumentar sustancialmente los esfuerzos de colaboración entre institutos de investigación y extensión, sector privado y gobiernos para: (i) identificar, producir y comercializar variedades de cultivos resilientes al clima; (ii) sistematizar y difundir el uso de conocimientos tradicionales y locales; (iii) determinar los impactos de largo plazo para la agricultura a ser causados por el aumento del nivel del mar y de la temperatura del suelo; y (iv) evaluar los vínculos con el comercio internacional y cadenas de suministro.
- d) Reforzar la recolección de datos, monitoreo y pronóstico al igual que reforzar capacidades para proporcionar y usar servicios de información sobre el clima dedicados a establecer tendencias de largo plazo.
- e) Apalancar financiamiento público, privado e internacional para maximizar los beneficios en el sector agrícola a través de la implementación de prácticas resilientes al clima.

Referencias

- Alexandratos, N. y J. Bruinsma. 2012. World Agriculture towards 2030/2050: the 2012 Revision. Documento de Trabajo ESA No. 12-03. Roma: FAO.
- Allen L., J. Baker y K. Boote. 1996. "The CO₂ Fertilization Effect". En *Global Climate Change and Agricultural Production: Direct and Indirect Effects of Changing Hydrological, Pedological and Plant Physiological Processes*. Editado por Fakhri Bazzaz y Wim Sombroek. FAO y John Wiley & Sons.
- Altieri, M.A. 1999. "Applying Agroecology to Enhance Productivity of Peasant Farming Systems in Latin America". *Environment, Development and Sustainability* 1:197-217.
- Altieri, M.A. y V.M. Toledo. 2011. "The Agroecological Revolution in Latin America: Rescuing Nature, Ensuring Food Sovereignty, and Empowering Peasants". *Journal of Peasant Studies* 38(3):587-612.
- Bambrilla, I., R. D. Carneiro, D. Lederman y G. Porto. 2010. "Skills, Exports, and the Wages of Five Million Latin American Workers." Policy Research Working Paper. World Bank, Washington, DC.
- Berdegú, J.A. y R. Fuentealba. 2011. "Latin America: The State of Smallholders in Agriculture." Conferencia sobre Nuevas direcciones en la pequeña agricultura, Roma, Italia, 24-25, enero.
- Bradley, R. S., F. T. Keimig y H.F. Díaz. 2004. "Projected Temperature Changes Along the American Cordillera and the Planned GCOS Network". *Geophysical Research Letters* 31: L16210.
- Bradley, R.S., M. Vuille, H.F. Díaz y W. Vergara. 2006. "Threats to Water Supplies in the Tropical Andes." *Science* 312:1755-56.
- Brown L. 2004. *Plan B: Rescuing a Planet under Stress and a Civilization in Trouble*. Washington, DC: Earth Policy Institute.
- CEPAL. 2009. *El Salvador: Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura*. Santiago, Chile.
- . 2011. *La economía del cambio climático en Centroamérica*. Santiago, Chile.
- . 2012. *La economía del cambio climático en Centroamérica: Síntesis 2012*. Santiago, Chile.
- CGRFA. 2011. "Coping with Climate Change: The Importance of Genetic Resources for Food Security". FAO, Roma.
- Chomitz, K. M., P. Buys, G. De Luca, T. S. Thomas y S. Wertz-Kanounnikoff. 2007. *At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests*. Washington, DC: World Bank.

- Cleland, E. E., I. Chuine, A. Menzel, H.A. Mooney y M.D. Schwartz. 2007. "Shifting Plant Phenology in Response to Global Change." *Trends Ecol. Evol.* 22(7): 357-65.
- ECLAC, FAO e IICA. 2012. *The Outlook for Agriculture and Rural Development in the Americas: A Perspective on Latin America and the Caribbean 2013*. Santiago, Chile: FAO.
- EM-DAT. The OFDA/CRED International Disaster Database. Universidad Católica de Lovaina, Bruselas, Bélgica.
- FAO. 2000. *Irrigation in Latin America and the Caribbean in Figures*. Roma.
- . 2013. AQUASTAT FAO Information System of Water and Agriculture. 2013. Roma
- . 2014. *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2014*. Roma.
- FAOSTAT. 2013. FAOSTAT Database. Visitada Diciembre 2013.
- Fernandes, E. C. M., A. Soliman, R. Confalonieri, M. Donatelli y F. Tubiello. 2012. *Climate Change and Agriculture in Latin America, 2020–2050: Projected Impacts and Response to Adaptation Strategies*. Washington, DC: World Bank.
- Fonseca, L.A. 2003. *Colombia: Escenario Social, Económico e Institucional de la Actual Crisis Cafetalera*. Bogotá, Colombia: ECLAC.
- FONTAGRO-BID. 2013. Informe Final del Componente 1: Caracterización de la Expansión Agrícola. Análisis Espacial. Coordinación, José Norberto Volante.
- Gibbs, H.K, A.S. Ruesch, F. Achard, M.K. Clayton, P. Holmgren, N. Ramankutty y J.A. Foley. 2010. "Tropical Forests were the Primary Sources of Key Agricultural Land in the 1980s and 1990s." *PNAS* 107(38):16732-37.
- Government of Guyana. 2012. *Guyana Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.
- Grassini P., K. M. Eskridge y K.G. Cassman. 2013. "Distinguishing between Yield Advances and Yield Plateaus in Historical Crop Production Yields". *Nature Communications* 4:2918.
- Haggar, J. y K. Schepp. 2012. *Coffee and Climate Change: Impacts and Options for Adaptation in Brazil, Guatemala, Tanzania and Vietnam*. NRI Working Paper Series: Climate Change, Agriculture, and Natural Resources.
- IFAD. 2009. *Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*. Washington DC: IFPRI.

- . 2010. *Rural Poverty Report 2011. New Realities, New Challenges: New Opportunities for Tomorrow's Generation*. Roma, Italia: International Fund for Agricultural Development.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editado por T. F. Stocker, D. Qin, G. Plattner, M.M.B. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Sia. V. Bex y P.M. Midgley.
- Jarvis, A., A. Lane y R.J. Hijmans. 2008. "The Effect of Climate Change on Crop Wild Relatives." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 126(1-2):13-23.
- Jarvis, A, H. Upadhyaya, C.L.L. Gowda, P.K. Aggarwal, S. Fujisaka y B. Anderson. 2011. "Climate Change and its Effect on Conservation and Use of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and Associated Biodiversity for Food Security." Estudio temático de antecedentes de la FAO.
- Laderach, P., A. Jarvis y J. Ramírez. 2009. "The Impact of Climate Change in Coffee-Growing Regions: The Case of 10 Municipalities in Nicaragua." Cooperación Público-Privada "AdapCC" Adaptación al Cambio Climático para los Pequeños Productores.
- Lau, C., A. Jarvis y J. Ramírez. 2013. *Colombian Agriculture: Adapting to Climate Change*. CIAT Policy Brief No. 1 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- MacLeod, M., P. Gerber, A. Mottet, G. Tempio, A. Falcucci, C. Opio, T. Vellinga, B. Henderson y H. Steinfeld. 2013. "Greenhouse Gas Emissions from Pig and Chicken Supply Chains – A Global Life Cycle Assessment." Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma.
- Magan, N., A. Medina y D. Aldred. 2011. "Possible Climate-change Effects on Mycotoxin Contamination of Food Crops Pre- and Postharvest." *Plant Pathology* 60(1):150–63.
- Magrin, G.O., M.I. Travasso y G.R. Rodríguez. 2005. "Changes in Climate and Crop Production During the 20th Century in Argentina." *Climatic Change* 72:229-49.
- Menzel, A. 2005. "A 500 Year Pheno-climatological View on the 2003 Heatwave in Europe Assessed by Grape Harvest Dates." *Meteorol. Z.* 14: 75-77.
- Ministerio del Ambiente. 2010. *Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010*. Lima, Perú: Impresiones & Ediciones Aguilar S.A.C.
- Mollinga, P.P. y A. Bolding, eds. 2004. *The Politics of Irrigation Reform: Contested Policy Formulation and Implementation in Asia, Africa, and Latin America*. Burlington VT: Ashgate Publishing Company.
- OECD-FAO. 2012. *Agricultural Outlook 2013-2022*. Roma.

- Opio, C., P. Gerber, A. Mottet, A. Falcucci, G. Tempio, M. MacLeod, T. Vellinga, B. Henderson y H. Steinfeld. 2013. "Greenhouse Gas Emissions from Ruminant Supply Chains – A Global Life Cycle Assessment." Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma.
- Parmesan, C. 2006. "Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change." *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37: 637-69.
- Parmesan, C. y G. Yohe. 2003. "A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems." *Nature* 421: 37-42.
- Parry, M.L., C. Rosenzweig, A. Iglesias, M. Livermore y G. Fischer. 2004. "Effects of Climate Change on Global Food Production under SRES Emissions and Socio-economic Scenarios." *Global Environmental Change* 14:53-67.
- Porter J. H., M.L. Parry y T.R. Carter. 1991. "The Potential Effects of Climatic Change on Agricultural Insect Pests." *Agricultural and Forest Meteorology* 57(1-3): 221-40.
- Root, T. L, J.T. Price, K. R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig y J.A. Pounds. 2003. "Fingerprints of Global Warming on Wild Animals and Plants." *Nature* 421: 57-60.
- Ruiz, D., D.G. Martinson y W. Vergara. 2012. "Trends, Stability and Stress in the Colombian Central Andes." *Climatic Change* 112:717-32.
- Sherry, R.A., X. Zhou, S. Gu, J.A. Arnone, D.W. Johnson, D. S. Schimel, P.S.J. Verburg, L.L. Wallace y Y. Luo. 2011. "Changes in Duration of Reproductive Phases and Lagged Phenological Response to Experimental Climate Warming." *Plant Ecology and Diversity* 4(1):23-35.
- Sugiura T., H. Ogawa, N. Fukuda y T. Moriguchi. 2013. "Changes in the Taste and Textural Attributes of Apples in Response to Climate Change." *Scientific Reports* 3(2418):1-7.
- Sun, P., N. Mantri, H. Lou, Y. Hu, D. Sun, Y. Zhu, T. Dong y H. Lu. 2012. "Effects of Elevated CO₂ and Temperature on Yield and Fruit Quality of Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) at Two Levels of Nitrogen Application." *PLoS ONE* 7(7):1-12.
- Smith S., N. Golborne, L. Gohar, J. Lowe y J. Davey. 2008. "Projecting Global Emissions, Concentrations and Temperatures." En *Building a Low-carbon Economy - The UK's Contribution to Tackling Climate Change*. Norwich, Reino Unido: The Stationary Office.
- USGCRP. 2009. *Global Climate Change Impacts in the United States*. Editado por Thomas R. Karl, Jerry Melillo y Thomas C. Peterson. Nueva York: Cambridge University Press.

- Vergara, W., A. R. Ríos, L. M. Galindo, P. Gutman, P. Isbell, P. H. Suding y J.L. Samaniego. 2013. *The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: Inter-American Development Bank.
- Vergara W., A. Deeb, I. Leino, A. Kitoh y M. Escobar. 2011. *Assessment of the Impacts of Climate Change in Mountain Hydrology*. Washington, DC: World Bank
- Vergara W. y S. Scholz. 2010. *Assessment of the Risk of Amazon Dieback*. Washington, DC: World Bank.
- Walck, J.L., S. N. Hidayati, K.W. Dixon, K. Thompson y P. Poschlod. 2011. "Climate Change and Plant Regeneration from Seed." *Global Change Biology* 17: 2145-61.
- Walther, G., E. Post, P. Convet, A. Menzel, C. Parmesan, T.J.C. Beebee, J. Fromentin, O. Hoegh-Guldberg y F. Bairlein. 2002. "Ecological Responses to Recent Climate Change." *Nature* 416:389-95.
- Wani, S.P., T.K. Sreedevi, J. Rockstrom y Y.S. Ramakrishna, editores. 2009. "Rainfed Agriculture – Past Trends and Future Prospects." En S.P. Wani, J. Rockstrom y T. Oweis, editores. *Rainfed Agriculture: Unlocking the Potential*. Cambridge MA: CABI North American Office, pp. 1-35.
- Wescott P y M. Jewison. 2013. *Weather Effects on Expected Corn and Soybean Yields*. Washington DC: USDA Economic Research Service FDS-13g-01.
- World Bank. 1998. *El Salvador: Rural Development Study*. Washington, DC: World Bank.
- . 2003. *Rural Poverty Alleviation in Brazil: Toward an Integrated Strategy*. Washington, DC: World Bank.
- . 2007. *World Development Report 2008: Agriculture for Development*. Washington, DC: World Bank.
- . 2010. *The Cost to Developing Countries of Adapting to Climate Change: New Methods and Estimates*. Washington, DC: World Bank.
- . 2012. *Agriculture Exports from Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: World Bank.
- . 2013. *World Development Indicators 2013*. Washington, DC: World Bank.
- WRI. 2012. CAIT (Climate Analysis Indicators Tool) Version 9.0. Washington, DC: WRI.

