

# Tendencias Estratégicas Mundiales e Investigación y Desarrollo Agrícola en América Latina y el Caribe: Un Marco para Análisis



Eugenio Díaz-Bonilla, Eugenia Saini, Guy Henry,  
Bernardo Creamer y Eduardo Trigo

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) —miembro del Consorcio CGIAR— desarrolla tecnologías, métodos innovadores y nuevos conocimientos que contribuyen a que los agricultores, en especial los de escasos recursos, logren una agricultura eco-eficiente —es decir, competitiva y rentable así como sostenible y resiliente. La agricultura eco-eficiente reduce el hambre y la pobreza, mejora la nutrición humana y brinda soluciones ante la degradación ambiental y el cambio climático en los trópicos. Con su sede principal cerca de Cali, Colombia, el CIAT realiza investigación orientada al desarrollo en las regiones tropicales de América Latina, África y Asia.

[www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org)

CGIAR es una alianza mundial de investigación agrícola para un futuro sin hambre. Su labor científica la llevan a cabo los 15 centros de investigación que conforman el Consorcio CGIAR, en colaboración con cientos de organizaciones socias.

[www.cgiar.org](http://www.cgiar.org)

ISBN 978-958-694-145-7

Tendencias Estratégicas Mundiales  
**e Investigación y**  
**Desarrollo Agrícola en**  
**América Latina y el Caribe:**  
Un Marco para Análisis

Eugenio Díaz-Bonilla, Eugenia Saini, Guy Henry,  
Bernardo Creamer y Eduardo Trigo



Centro Internacional de Agricultura Tropical  
*Desde 1967 / Ciencia para cultivar el cambio*

Centro Internacional de Agricultura Tropical  
*International Center for Tropical Agriculture*  
Apartado Aéreo 6713  
Cali, Colombia  
Teléfono: 57 2 4450000  
Fax: 57 2 4450073  
E-mail: [g.henry@cgiar.org](mailto:g.henry@cgiar.org)  
Sitio web: [www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org)

Publicación CIAT No. 401  
Tiraje: 100  
Impreso en Colombia  
Diciembre 2014

Tendencias estratégicas mundiales e investigación y desarrollo agrícola en América Latina y el Caribe: Un marco para análisis / Eugenio Díaz-Bonilla, Eugenia Saini, Guy Henry, Bernardo Creamer y Eduardo Trigo -- Cali, CO : Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2014.

55 p. -- (Publicación CIAT No. 401)  
ISBN impreso: 978-958-694-144-0  
ISBN digital: 978-958-694-145-7

Descriptores AGROVOC:

1. Productividad.
2. Datos de producción.
3. Análisis estadístico.
4. Comercio.
5. Crecimiento económico.
6. Agricultura.
7. Cambio climático.
8. Pequeños agricultores.

Descriptores locales:

1. Agricultura.

AGROVOC Descriptors:

1. Productivity.
2. Production data.
3. Statistical analysis.
4. Trade.
5. Economic growth.
6. Agriculture.
7. Climate change.
8. Smallholders.

Local Descriptors:

1. Agriculture.

Categoría de Materia AGRIS: A01 Agricultura en general

Clasificación LC:

- I. Tit.
- II. Díaz-Bonilla, Eugenio.
- III. Saini, Eugenia.
- IV. Henry, Guy.
- V. Creamer, Bernardo.
- VI. Trigo, Eduardo.
- VII. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Derechos de autor © CIAT 2014. Todos los derechos reservados.

El CIAT propicia la amplia disseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, el Centro prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.

# Prólogo

En 2012, el CIAT unió esfuerzos con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y otras organizaciones para crear un “marco de prospección” para apoyar la planeación estratégica para la agricultura en América Latina y el Caribe (ALC), con el objetivo de fomentar decisiones bien fundamentadas que fortalezcan los esfuerzos renovados para lograr la seguridad alimentaria en ALC y en otros lugares.

Los resultados iniciales fueron presentados en la Conferencia Mundial sobre Investigación Agrícola para el Desarrollo (GCARD) 2012, celebrada a finales de octubre en Punta del Este, Uruguay, en donde los análisis prospectivos fueron un tema central. Los hallazgos claves de este trabajo contribuyeron a dilucidar los retos y oportunidades emergentes para la región.

Los estudios sugieren, por ejemplo, que ALC muy probablemente mantendrá su nuevo estatus como despensa alimentaria global, ayudando así a estabilizar los precios en el comercio mundial. A la región ya se le atribuye una participación ligeramente superior de producción agrícola mundial que la de la Unión Europea o la de Estados Unidos y Canadá juntos, y en la última década, se ha convertido en la principal región exportadora neta de alimentos del mundo. Estudios de simulación sugieren que ALC continuará teniendo una importante influencia en la seguridad alimentaria mundial.

Estudios prospectivos también recalcan la importancia estratégica de ALC como un proveedor principal de servicios ambientales para el planeta. De hecho, es el mayor proveedor de estos servicios del mundo en desarrollo. Por esta razón, el rápido cambio en el uso de la tierra en la región es un tema de gran preocupación por sus efectos en las emisiones de gases de efecto invernadero y en la riqueza de

biodiversidad de la región. Varios países, incluido Colombia, han emprendido iniciativas para reducir las emisiones por deforestación y degradación forestal.

Los estudios además indican cómo ALC puede asumir su doble función vital —como despensa alimentaria global y proveedora de servicios ambientales— incluso de una mejor manera intensificando la investigación y el desarrollo (I&D) agrícola, con beneficios para esta región y el mundo entero. Esta actividad ha evolucionado considerablemente en la región, permitiendo en los últimos años que el sector privado y la sociedad civil asuman roles activos en el desarrollo y la difusión de tecnologías. Si bien la inversión pública en I&D también se ha elevado durante la última década, solo unos cuantos países, principalmente Brasil, son responsables de gran parte del aumento, y la inversión ha disminuido en países más pequeños en donde más se necesita. Para satisfacer las necesidades regionales y lograr contribuciones globales, ALC debe intensificar la I&D en toda la cadena de valor agrícola, ampliando el alcance de esta labor más allá de los cultivos de primera necesidad producidos por los pequeños agricultores.

Nuevos estudios prospectivos, como el trabajo reportado en esta publicación, forman parte de un esfuerzo más general en CIAT para reencaminar el desarrollo agrícola en ALC y otras regiones hacia un futuro eco-eficiente, caracterizado por una mayor productividad, fortaleza competitiva y resiliencia, con una huella ambiental reducida. En ALC especialmente, esto requiere un impulso importante para lograr la ventaja competitiva de sub-regiones y cadenas de valor de alta prioridad sobre el trasfondo de políticas de liberalización comercial, junto con una gestión sabia de la extraordinaria dotación de biodiversidad y otras riquezas naturales de la región.

*Ruben Echeverría*  
Director General, CIAT

# Contenido

<b>Introducción</b>	1
<b>Desarrollos de la agricultura y la alimentación en ALC: Una mirada retrospectiva, pensando en el futuro</b>	2
Disponibilidad alimentaria	2
Producción	2
Comercio	3
Tierra, mano de obra y otros insumos	4
Productividad e I&D	7
Tendencias en la productividad	7
Inversiones en I&D	9
Algunos aspectos institucionales	11
Deforestación y emisiones de gases de efecto invernadero	12
Desarrollos socio-económicos	13
Actores económicos y sociales en la agricultura	13
Otros desarrollos socio-económicos	15
Algunos comentarios finales	16
<b>Dimensiones y tendencias estratégicas</b>	17
Dimensión estratégica 1: Gobernanza mundial y globalización	17
Dimensión estratégica 2: Crecimiento	18
Panorama general	18
Posibles avances	21
Dimensión estratégica 3: Población, urbanización y consumo	22
Estructura demográfica y crecimiento económico	22
Urbanización	23
Patrones de consumo	24
Posibles avances	25
Dimensión estratégica 4: Energía	25
Panorama histórico	26
Panorama de la energía a largo plazo	27
Posibles avances	28
Dimensión estratégica 5: Cambio climático	29
Tendencias a más largo plazo y volatilidad a más corto plazo	29
Algunos comentarios finales	32
Dimensión estratégica 6: Tecnología	32
Algunos avances tecnológicos relevantes	32
Temas institucionales y de políticas	34
La evolución de la estructura agraria en ALC	35

<b>Retos para la agricultura y la I&amp;D en ALC</b>	<b>38</b>
Una doble función y un enorme reto: La necesidad de aumentar las inversiones en I&D	38
El terreno cambiante de la agricultura y las prioridades de la I&D: Más que cultivos de primera necesidad	39
Junto con los escenarios de alto crecimiento y gran demanda, también hay que considerar otros escenarios futuros menos optimistas	40
La I&D agrícola en ALC debe considerar el nexo energía-agricultura en general, incluidos los biocombustibles, pero desde una perspectiva más amplia	41
En cuanto al cambio climático, las preocupaciones más inmediatas son los fenómenos extremos y el estrés hídrico	41
La importancia de las tecnologías de “múltiples beneficios”	42
La reducción del desperdicio y la I&D agrícola	43
La I&D agrícola debe seguir de cerca los cambios en las preferencias de los consumidores y las políticas públicas referentes a la salud	43
Es crucial adaptar y mejorar de forma continua el marco institucional de la I&D	44
No se puede aplicar apenas un método al establecer las prioridades de la I&D	45
Comentarios finales	47
<b>Anexos</b>	
Anexo 1. Lista de participantes en las reuniones (marzo 2012, BID, Washington, DC, Estados Unidos, y octubre 2012, CIAT, Cali, Colombia) del Estudio Prospectivo de ALC	48
Anexo 2. Sugerencias respecto a las prioridades clave de la investigación	49
<b>Referencias</b>	<b>51</b>

## Cuadros

Cuadro 1.	Tasa de crecimiento agrícola y alimentario en términos per cápita (% por año)	2
Cuadro 2.	Participación de la producción agrícola mundial (%)	3
Cuadro 3.	Incrementos en producción y área	5
Cuadro 4.	Consumo de fertilizantes y tractores (promedio para la primera década después del 2000)	6
Cuadro 5.	Riego (en 000 ha)	7
Cuadro 6.	Productividad de la tierra y de la mano de obra	8
Cuadro 7.	Tasas de crecimiento de la PTF en ALC (%) para 1961–1980 y 1981–2001	9
Cuadro 8.	Inversión pública en I&D como porcentaje del PIB agrícola (promedio para la primera década después del 2000)	11
Cuadro 9.	Área forestal (millones de hectáreas)	12
Cuadro 10.	Pobreza en ALC (millones de personas)	15
Cuadro 11.	Tasas de crecimiento per cápita	19
Cuadro 12.	Proyecciones de los precios mundiales del petróleo	27
Cuadro 13.	Efectos biofísicos del cambio climático en los rendimientos (% de cambio entre el clima en 2000 y el clima en 2050)	31

## Figuras

Figura 1.	Comercio agrícola neto (miles de millones de US\$)	4
Figura 2.	Productividad de la tierra y mano de obra agrícolas, 1961–2010 (medida en dólares internacionales de 2004–2006)	7
Figura 3.	Crecimiento en los gastos para I&D en alimentación y agricultura	9
Figura 4.	Gasto público en I&D agrícola a nivel mundial, 1970 vs. 2005	10
Figura 5.	Proporciones de intensidad de la investigación en alimentación y agricultura, 1970–2005	10
Figura 6.	Precio mundial promedio del petróleo	26





# Tendencias estratégicas mundiales e investigación y desarrollo agrícola en América Latina y el Caribe: Un marco para análisis<sup>1</sup>

Eugenio Díaz-Bonilla, Eugenia Saini, Guy Henry,<sup>2</sup> Bernardo Creamer, y Eduardo Trigo<sup>3</sup>

## Introducción

Este documento es un resultado parcial de un ejercicio más general en apoyo a la planificación estratégica y toma de decisiones sobre prioridades para la investigación y el desarrollo (I&D) agrícola en América Latina y el Caribe (ALC). Durante marzo de 2012, se llevó a cabo un taller en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en Washington, D.C., para analizar tendencias y escenarios mundiales. Posteriormente, en octubre de 2012, se exploraron las implicaciones para la I&D agrícola en una consulta con expertos (ver lista de participantes en el Anexo 1), organizada en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia. Las discusiones en estos eventos son un insumo sustancial para este documento.

El objetivo general es fortalecer la seguridad alimentaria a nivel local, nacional y mundial y fomentar el desarrollo sostenible para generar ingresos y empleo en la región, en especial para la población vulnerable y de escasos recursos. El objetivo específico de este ejercicio es presentar un marco general que posteriormente pueda ser insumo para un análisis más detallado en subregiones, países, zonas agroecológicas, cadenas de valor o productos en particular. Una síntesis (Díaz-Bonilla et al., 2012) de la primera versión de este documento fue presentada en

la Conferencia Mundial sobre Investigación Agrícola para el Desarrollo (GCARD) 2012 y en enero de 2013 se terminó un documento más extenso (Díaz-Bonilla et al., 2013). Aquí, nos concentramos principalmente en las dimensiones estratégicas y las tendencias, al tiempo que procuramos resaltar las implicaciones para la I&D agrícola en ALC y para el desarrollo de la estrategia del CIAT. La discusión sobre metodologías prospectivas y un conjunto de escenarios sugeridos se pueden encontrar en Díaz-Bonilla et al. (2013).

Este documento consta de una introducción (Sección 1) seguida de tres secciones. La Sección 2 caracteriza brevemente los desarrollos de la agricultura y la alimentación en ALC durante los últimos 50 años, como trasfondo para la identificación de factores determinantes y tendencias para las próximas décadas. La Sección 3 se enfoca en distintas dimensiones estratégicas y tendencias potenciales, relacionadas con macroeconomía, demografía, pobreza, cambio climático, tecnología y estructura agraria, cuya evolución y combinaciones definen los escenarios futuros para el sector agrícola en la región. La Sección 4 finaliza con algunas conclusiones en referencia a la agricultura de ALC y temas estratégicos para la I&D.

<sup>1</sup> Agradecimientos: El proceso de investigación y consultoría de las actividades de prospección en ALC fue posible gracias a las contribuciones estratégicas y generosas del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

<sup>2</sup> Autor para correspondencia: [g.henry@cgiar.org](mailto:g.henry@cgiar.org)

<sup>3</sup> **Eugenio Díaz-Bonilla** fue un consultor del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Actualmente, es investigador senior visitante en el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), Washington, DC. **Eugenia Saini** fue una consultora del IICA. En la actualidad, es directora de proyectos en FONTAGRO, Washington, DC. **Guy Henry** es economista en políticas de Investigación Agrícola para el Desarrollo (Cirad), Francia, *seconded* al CIAT, Colombia. **Bernardo Creamer** es economista en políticas vinculado al CIAT y al IFPRI. **Eduardo Trigo** es economista agrícola y director del Grupo CEO, Buenos Aires.

# Desarrollos de la agricultura y la alimentación en ALC: Una mirada retrospectiva, pensando en el futuro

El análisis prospectivo generalmente se beneficia de una consideración del pasado por al menos dos razones. La primera, la situación actual es la base preliminar de inicio para los escenarios futuros. La segunda, al menos algunas de las tendencias y factores determinantes que dieron forma a la situación actual bien pueden también intervenir en el futuro. Por lo tanto, a continuación, discutiremos algunos indicadores de la evolución de la agricultura en ALC desde la década de los sesenta.<sup>4</sup>

## Disponibilidad alimentaria

La disponibilidad alimentaria per cápita (con base en los datos de FAOSTAT – la División de Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]) se incrementó entre la década de los sesenta y la primera década del siglo XXI. Mientras que en los sesenta, el promedio diario de calorías per cápita estaba entre 2.100 y 2.300, dependiendo de las subregiones de ALC, el promedio para la primera década del siglo XXI fue de 2.580 hasta casi 3.000 (incrementos de 20–30%). La proteína diaria per cápita aumentó de 51–64 gr per cápita (entre 1960–1969) a 61–84 gr (entre 2000–2010), mientras que las grasas pasaron de 47–52 gr per cápita (entre 1960–1969) a 62–91 gr (entre 2000–2010). México y América Central y América del Sur (las principales subregiones de ALC consideradas en los datos) han

mantenido mayores valores absolutos de disponibilidad alimentaria que el promedio mundial; la región Caribe, en donde Haití tiene una gran incidencia, está por debajo del promedio mundial, pero aun así la disponibilidad per cápita ha crecido cerca del 22% en calorías, 21% en proteína y 34% en grasas (ver datos detallados en Díaz-Bonilla et al., 2013).

## Producción

Los indicadores anteriores cubren toda la disponibilidad alimentaria, incluidas las importaciones. El Cuadro 1 muestra las tasas de crecimiento de la producción agrícola y alimentaria en términos per cápita para ALC y el mundo durante los últimos 50 años.<sup>5</sup> Dado el relativamente fuerte crecimiento total y los aumentos comparativamente más pequeños en la población con respecto a otras regiones en desarrollo, ALC presenta un mejor desempeño en comparación con el resto del mundo, excepto China, que impulsa el crecimiento de Asia (datos no mostrados aquí; ver datos completos en Díaz-Bonilla et al., 2013). La peor década para ALC fue los ochenta durante la “década perdida” de la crisis de la deuda, cuando se combinaron el lento crecimiento nacional y una disminución en los precios mundiales para reducir el desarrollo agrícola. La primera década del siglo XXI fue de fuerte crecimiento, consistente con un crecimiento nacional más sólido y mejores condiciones en los mercados internacionales.

**Cuadro 1.** Tasa de crecimiento agrícola y alimentario en términos per cápita (% por año).

	1960–69	1970–79	1980–89	1990–99	2000–10	1961–2010
<b>Agricultura</b>						
Mundo	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	0,7
ALC	0,4	0,7	0,4	1,5	1,8	1,0
<b>Alimentación</b>						
Mundo	0,7	0,6	0,6	0,9	1,1	0,8
ALC	0,8	0,8	0,6	1,7	1,8	1,2

Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos de FAOSTAT.

<sup>4</sup> Entre las reseñas de diferentes aspectos de la evolución de la agricultura de ALC a lo largo de varias décadas se incluyen de Ferranti et al. (2005), Sain y Ardila (2009) y Salles Filho et al. (2009).

<sup>5</sup> Estos datos reflejan el valor de la producción en dólares internacionales constantes (los dólares internacionales son distintos de los dólares comunes constantes, pues se utilizan para evitar las fluctuaciones en el valor total de los agregados debido a los cambios en las tasas de cambio en el mercado). Esta es una forma de ajustar la paridad del poder adquisitivo, utilizando el método Geary-Khamis, mediante el cual cada producto básico (*commodity*) tiene un solo precio mundial por cada unidad relevante de volumen, independientemente del país donde fue producido. Este método facilita las agregaciones y las comparaciones entre países.

Ese fuerte crecimiento se refleja en el aumento de la participación de ALC en la agricultura mundial (**Cuadro 2**).

**Cuadro 2.** Participación de la producción agrícola mundial (%).

	1960–69	1970–79	1980–89	1990–99	2000–10
Unión Europea	21,6	20,5	18,8	15,7	12,4
Estados Unidos + Canadá	15,2	14,8	13,6	12,8	11,8
Australia + Nueva Zelanda	2,2	2,2	2,0	1,9	1,7
<b>Subtotal</b>	<b>39,1</b>	<b>37,5</b>	<b>34,4</b>	<b>30,4</b>	<b>26,0</b>
Asia	31,0	32,4	36,8	44,7	49,3
China	9,8	10,7	13,4	18,4	22,2
India	8,1	8,2	8,8	9,8	9,8
Asia, sin incluir a China, India, Japón	10,9	11,5	12,9	15,1	16,3
África	7,5	7,4	7,0	7,8	8,4
ALC	9,9	10,4	11,0	11,3	12,6
Argentina	2,1	2,0	1,9	1,8	1,9
Brasil	3,0	3,4	4,2	4,6	5,6
México	1,4	1,5	1,7	1,6	1,6
El resto de ALC	3,4	3,5	3,3	3,4	3,4
<b>Total</b>	<b>87,5</b>	<b>87,7</b>	<b>89,3</b>	<b>94,2</b>	<b>96,3</b>

Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos de FAOSTAT.

Asia, principalmente por el crecimiento de China y, en menor grado, el resto de Asia (sin incluir a India y Japón), ha obtenido la mayor participación mundial (18%), mientras que los productores y exportadores agrícolas tradicionales entre los países industrializados perdieron casi el 13% en la producción mundial total. ALC aumentó su participación en casi 3%, pero esto se ha debido primordialmente al desempeño de Brasil, considerando que Argentina perdió una parte de la participación, mientras que México no ganó mucho y el resto de ALC siguió casi igual. Otro punto que vale la pena resaltar es que entre el 2000–2010, la producción agrícola de ALC había crecido en cierto modo en tamaño más que en la Unión Europea, por un lado, junto con los Estados Unidos y Canadá, por el otro. También es importante notar que, aunque es cierto que Argentina, Brasil y México representan casi el 63% de la producción agrícola de ALC, el resto de la región tiene una participación total comparable a la de Argentina y México juntos. Una implicación es que la agricultura de ALC no se puede analizar observando solamente a los tres países principales.

En términos de la composición de la producción agropecuaria, el aumento en la participación de los países en desarrollo a nivel mundial se relaciona más

con el aumento en la producción pecuaria<sup>6</sup> (contrario a los cultivos, el otro componente entre el cual los datos de FAO dividen la producción agrícola). La ganadería es un componente mucho más importante de la producción agropecuaria total en ALC (en donde pasó de cerca del 40% en los sesenta a casi el 45% en la primera década del siglo XXI) que para el mundo en su conjunto (casi el 40%) y para otras regiones y países en desarrollo (25–35%). Este hecho se debe considerar al discutir las prioridades para la I&D.

## Comercio

Su fuerte desempeño en producción ha convertido a ALC en el principal exportador neto de productos agropecuarios, con la región sobrepasando a los Estados Unidos y Canadá juntos (**Figura 1**). De hecho, ALC como exportador agrícola neto sobrepasa a los Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda juntos (estos dos últimos países no aparecen en la Figura 1). La Figura 1 además indica que las Américas, en su conjunto, son el continente clave de excedentes y, junto con Australia y Nueva Zelanda (no figuran aquí), estos países representan a las principales regiones de excedentes netos agrícolas.

<sup>6</sup> La tendencia al incremento de la producción de carnes, lácteos y productos afines de los países en desarrollo ha sido denominada la “revolución pecuaria” (ver Delgado et al., 1999). El aumento en la participación de la producción pecuaria ha sido particularmente notable en China. Por otro lado, en algunos países industrializados y de Europa Oriental, ha habido una disminución en la participación de la producción pecuaria (ver los detalles en Díaz-Bonilla et al., 2013).

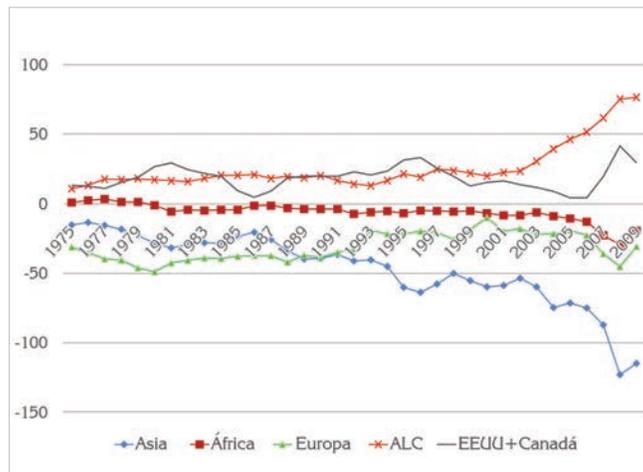


Figura 1. Comercio agrícola neto (miles de millones de US\$).

Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos de FAOSTAT.

El excedente comercial neto lo ha generado principalmente Brasil y Argentina, con cierta contribución del resto de ALC, mientras que México es un importador neto de alimentos.<sup>7</sup> La estructura del comercio agrícola para ALC además cambió significativamente durante las últimas décadas (ver cuadros detallados en Díaz-Bonilla et al., 2013). Existen productos en los cuales la participación en las exportaciones de ALC y en las exportaciones mundiales ha aumentado, en especial las semillas oleaginosas y productos alimenticios y oleaginosos relacionados y, a un menor grado, lo mismo ha sucedido con las frutas y las verduras. Ambos grupos de productos son importantes para ALC y para el mercado mundial. Otros, como el azúcar y el café, cacao, té y especias tienen participaciones que han ido disminuyendo en las exportaciones mundiales y de ALC. Sin embargo, la participación global de ALC en estos productos tradicionales todavía se considera importante (28% y 18%). La carne y los productos cárnicos tienen un menor porcentaje de las exportaciones mundiales de ese grupo en comparación a la década de los sesenta, pero la participación se ha recuperado de las disminuciones de los ochenta y la baja participación

de los noventa, y la carne y los productos cárnicos han ampliado su participación en las exportaciones agrícolas totales de ALC. Otros productos en los cuales ALC ha ganado en la participación son las bebidas y el tabaco, y productos lácteos y huevos, pero la participación de la región en las exportaciones mundiales totales de esos productos es menor del 10% del mercado mundial. En el caso de los cereales y sus productos derivados, la participación global de ALC ha sido relativamente estable (6–8%), lo cual, considerando también la participación relativamente baja de esos productos en las exportaciones agrícolas de ALC, resalta el rol pequeño de esos productos para el comercio de ALC en su conjunto (aunque este grupo de productos es importante para países a nivel individual, como Argentina y, a un menor grado y más recientemente, también para Brasil).<sup>8</sup>

## Tierra, mano de obra y otros insumos

De acuerdo a la base de datos de FAOSTAT, la tierra agrícola (incluidos cultivos y pasturas)<sup>9</sup> aumentó a nivel mundial en casi 400 millones de hectáreas entre los sesenta y la primera década después del 2000.

<sup>7</sup> Cabe señalar que aunque estos países son exportadores netos, muchos productos se siguen orientando más al consumo interno, aunque el equilibrio entre las exportaciones y el consumo nacional varía según el país y el producto. Por ejemplo, en el caso de Brasil durante 2009, cerca del 60% de la producción de soya, 90% del etanol, aproximadamente 70% del algodón y la producción avícola, y más del 80% de la carne de res se destinaron al mercado nacional (Contini et al., 2012). Asimismo, en Argentina, la mayor parte de la producción de trigo y carne de res se destina al consumo interno.

<sup>8</sup> Si bien Brasil ha sido un importador neto de cereales, desde aproximadamente mediados de la primera década del siglo XXI ha tenido algunas exportaciones netas de cereales (por volumen), impulsadas por las exportaciones netas de maíz, que en promedio se han mantenido en cerca de 7 millones de toneladas desde mediados de la primera década del siglo XXI hasta el 2010 (último año con datos completos de FAOSTAT). Pese a esto, este país es importador neto de cereales y productos derivados, una categoría más general cuyos datos se dan en términos de valor, no de volumen.

<sup>9</sup> FAOSTAT utiliza “Área Agrícola” como categoría general, la cual tiene distintos componentes como “Tierra Arable”, “Cultivos Permanentes” y “Praderas y Pasturas Permanentes”, que se pueden subdividir aún más. FAOSTAT estimó que hay un total de aproximadamente

**Cuadro 3.** Incrementos en producción y área.

	Valor neto de producción (dólares constantes 2004–06; millones)				Área agrícola (millones de hectáreas)			
	1960–69	2000–10	Diferencia	% de cambio mundial	1960–69	2000–10	Diferencia	% de cambio mundial
Asia	228.758,9	931.765,9	703.007,0	61,3	1.082,3	1.650,9	568,6	137,7
China	72.788,6	420.601,1	347.812,5	30,3	356,0	528,8	172,8	41,8
India	60.003,1	184.603,3	124.600,3	10,9	177,0	180,3	3,2	0,8
Asia sin incluir China, India, Japón	80.801,0	308.214,1	227.413,1	19,8	542,3	937,1	394,8	95,6
ALC	72.936,0	237.100,2	164.164,2	14,3	581,3	715,8	134,5	32,6
Argentina	15.690,5	35.891,2	20.200,7	1,8	132,6	134,6	2,0	0,5
Brasil	22.443,8	106.693,2	84.249,5	7,3	170,9	263,9	93,0	22,5
México	10.261,1	30.725,4	20.464,3	1,8	98,0	103,9	5,9	1,4
Resto de ALC	24.540,6	63.790,3	39.249,7	3,4	179,8	213,4	33,6	8,1
África	55.189,4	158.786,1	103.596,7	9,0	1.058,4	1.145,0	86,6	21,0
Unión Europea	159.401,6	233.069,5	73.667,9	6,4	210,2	191,7	-18,5	-4,5
Estados Unidos + Canadá	112.424,1	221.948,0	109.523,9	9,5	509,5	475,6	-33,9	-8,2
Australia + Nueva Zelanda	16.450,6	32.586,8	16.136,2	1,4	486,8	449,4	-37,4	-9,1
Mundial	738.399,0	1.886.071,6	1.147.672,6	100,0	4.502,6	4.915,6	413,0	100,0

Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos de FAOSTAT.

El **Cuadro 3** muestra cuánto de ese cambio se dio en diferentes regiones productoras. ALC se presenta como un conjunto y los datos se desagregan en Argentina, Brasil, México y el resto de ALC. El Cuadro 3 incluye el mismo cálculo relacionado con los aumentos en la participación mundial para el valor de la producción agrícola en dólares constantes.

ALC representó el 32,6% del aumento mundial en tierra agrícola entre los sesenta y la primera década después del 2000, mientras que la participación del aumento en la producción agrícola mundial durante ese mismo período fue de 14,3%. Por lo tanto, el aumento de ALC en la producción y exportaciones agrícolas y alimentarias, aunque beneficiándose de mejoras en

la productividad (ver análisis más adelante), también estuvo asociada a una importante expansión del área agrícola basada en cambios en el uso de la tierra que difícilmente se pueden repetir en el futuro.<sup>10</sup>

El aumento en la tierra agrícola se presentó primordialmente en Brasil y el resto de ALC, mientras que México y Argentina experimentaron expansiones mucho menores. Argentina ha pasado por un cambio significativo de pasturas a tierra agrícola (no se muestra aquí), básicamente dentro de la misma área agrícola en general. El **Cuadro 4** muestra indicadores de los insumos (fertilizantes) y maquinaria (tractores), empleando datos del Banco Mundial. La región muestra un uso más bajo de fertilizantes por hectárea

4.915,6 millones de hectáreas de "Área Agrícola" (promedio para los años 2000–2010), que incluyen cerca de 1.524,3 millones de hectáreas de "Tierra Arable y Cultivos Permanentes", así como cerca de 3.391,3 millones de hectáreas de "Praderas y Pasturas Permanentes". Esta segunda categoría parece ser una estimación general que da una perspectiva completa del uso de la tierra. En la sección a continuación, utilizamos la categoría general "Área Agrícola" porque parece ser la estimación más completa del uso de la tierra, lo cual resulta particularmente relevante para ALC, dada la alta participación de la producción pecuaria en la región.

<sup>10</sup> Un índice aproximado de la productividad relativa de la tierra se lograría dividiendo el incremento en la participación de la producción por el incremento en la participación de la tierra. Una cifra inferior a uno indicaría que la expansión de la producción se ha basado relativamente más en la expansión de la tierra que en los aumentos de productividad.

**Cuadro 4.** Consumo de fertilizantes y tractores (promedio para la primera década después del 2000).

	Consumo de fertilizantes (kg/ha de tierra arable)	Tractores (por 100 km <sup>2</sup> de tierra arable)
<b>Mundial</b>	117,0	n/a
Países OECD* de altos ingresos	120,7	420
Unión Europea	156,4	751
Estados Unidos	117,3	267
Asia oriental y el Pacífico (en vías de desarrollo únicamente)	n/a	n/a
China	420,1	82
Sur de Asia	133,3	121
India	131,7	129
Europa y Asia central (en vías de desarrollo únicamente)	30,8	116
Medio Oriente y Norte de África (en vías de desarrollo únicamente)	90,4	156
África subsahariana (en vías de desarrollo únicamente)	11,4	n/a
América Latina y el Caribe (en vías de desarrollo únicamente)	107,8	n/a
Argentina	40,4	88
Brasil	151,7	133
México	62,7	103
Resto de ALC <sup>a</sup>	162,7	134

<sup>a</sup> Promedio sencillo de países con datos.

Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos de los Indicadores de Desarrollo Mundial (WDI, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial. n/a = no disponible. \* OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

de tierra arable que en los países industrializados, pero también en comparación con China (con un volumen de uso de fertilizantes que sugiere un uso excesivo), India y sur de Asia en general. Sin embargo, existen diferencias entre Brasil y el promedio del resto de ALC, que muestran cifras por encima de los Estados Unidos y el promedio para países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) de altos ingresos, mientras que México y particularmente Argentina (que goza de la fertilidad natural de las Pampas) claramente tienen niveles más bajos de uso de fertilizantes.<sup>11</sup> Respecto a la maquinaria, los países de ALC también se están quedando atrás del mundo industrializado en tractores por cantidad de tierra cultivable, pero el indicador es ahora ampliamente comparable al de otros países en desarrollo (Cuadro 4).

El riego es otro potenciador importante de la productividad. El **Cuadro 5** muestra el área equipada para riego en ALC en comparación con el mundo. Aunque el riego ha aumentado desde los sesenta más

que el promedio mundial (54% contra 45%), aun así el área irrigada en ALC es el 3% del área agrícola total, en comparación con el 6% para el mundo en su conjunto.

Otro aspecto productivo importante es el uso de productos de la biotecnología. Aquí, la región muestra más avances que otras regiones. De los 29 países que producen cultivos genéticamente modificados (GM), diez se encuentran en la región. Dentro del total de cerca de 160 millones de hectáreas con cultivos GM en 2011, después de los Estados Unidos, con casi 69 millones de hectáreas (43%), los dos países que siguen son Brasil (30,3 millones de hectáreas o 19%) y Argentina (23,7 millones de hectáreas o 15%). Además, Paraguay (2,8 millones de hectáreas) y Uruguay (1,3 millones de hectáreas) figuran entre los diez primeros países con más de 1 millón de hectáreas de cultivos GM (James, 2011). Finalmente, considerando la población rural y el empleo en la agricultura, los indicadores de ALC muestran que la región tiene niveles mucho más bajos de empleo y población rural que el promedio mundial. La población rural de ALC

<sup>11</sup> Al igual que se hizo con el uso de la tierra y la producción, sería interesante comparar el comportamiento de ALC con el del mundo respecto al aumento en el uso de fertilizantes y la expansión de la producción. Sin embargo, la serie cronológica del Banco Mundial sobre los fertilizantes solo cubre ciertos años de la primera década del siglo XXI; por tanto, no es posible hacer esa comparación con los datos disponibles.

**Cuadro 5.** Riego (en 000 ha).

	Área con riego (000 ha)		
	2000–2010	Aumento desde 1960 hasta 2010	% de incremento
ALC	19.830	10.793	54
Argentina	1.601	489	31
Brasil	3.973	3.361	85
México	6.300	3.083	49
Resto de ALC	7.956	3.861	49
Mundo	301.018	135.898	45
ALC/mundo	7%	8%	
<b>Porcentaje bajo riego/total</b>	<b>2000–2010</b>		
ALC		3%	
Mundo		6%	

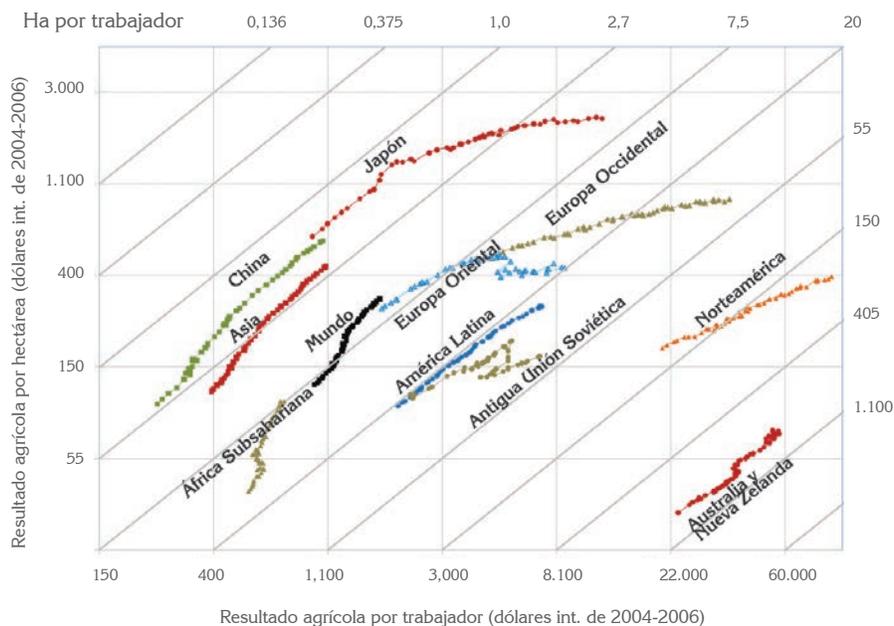
Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos de FAOSTAT.

era el 20–22% de la población total durante la primera década después del 2000 contra un promedio mundial de casi el 50%; y el empleo agrícola en la región alcanzó el 15–18%, cuando era del 30–35% para el mundo en su conjunto (Banco Mundial, datos WDI). El hecho de que ALC haya expandido su área de tierra usada, pero reducido el empleo en la agricultura, se refleja en los niveles diferenciales de productividad para tierra y mano de obra, como se discute a continuación.

## Productividad e I&D

### Tendencias en la productividad

La **Figura 2** muestra la evolución de la productividad agrícola por hectárea y por unidad de mano de obra desde los sesenta (medida en dólares internacionales de 2004–06),<sup>12</sup> y en donde se ubica a ALC en comparación con otras regiones y el mundo en su conjunto. La figura muestra que ALC pasó de un



**Figura 2.** Productividad de la tierra y mano de obra agrícolas, 1961–2010 (medida en dólares internacionales de 2004–2006). Fuente: Pardey (2012).

<sup>12</sup> Ya explicamos cómo ajustamos los datos actuales en dólares internacionales.

resultado por trabajador de US\$2.020 y por hectárea de \$97 en 1961 a \$7.477 (por trabajador) y \$296 (por hectárea) en 2010. Observando las líneas diagonales, es claro que también se han dado movimientos ascendentes en ambas dimensiones en la mayoría de las regiones, de modo que la eficiencia a nivel mundial en el uso de la tierra y la mano de obra ha aumentado en promedio. Sin embargo, existen claras diferencias entre regiones y países. Por ejemplo, Norteamérica (principalmente los Estados Unidos) presenta mayor productividad en mano de obra que todas las otras regiones, pero en términos de tierra está por debajo de Europa occidental y Japón, y por encima de Australia y Nueva Zelanda. América Latina se encuentra en el segmento intermedio de la Figura 2. La productividad de la mano de obra y la tierra están por debajo de

todas las regiones desarrolladas (excepto para Australia y Nueva Zelanda, que tienen más baja productividad que ALC en tierra). Al mismo tiempo, la región está por encima del promedio mundial y todas las regiones en desarrollo (excepto Europa oriental) en productividad de la mano de obra, pero supera únicamente a África subsahariana y los países de la anterior Unión Soviética al considerarse la productividad de la tierra. Si en lugar de observar la productividad consideramos las tasas de crecimiento, la región se encuentra por debajo de los promedios mundiales, tanto en productividad de la tierra como de mano de obra. Para la productividad de la mano de obra, las tasas de crecimiento mundial fueron 1,67% y 1,81% en los dos períodos considerados, mientras que ALC crecía a 1,31% y 1,57% en los mismos períodos (**Cuadro 6**).

**Cuadro 6.** Productividad de la tierra y de la mano de obra.

Agrupaciones	Productividad de la tierra			Productividad de la mano de obra		
	1961–1990	1990–2010	Diferencia	1961–1990	1990–2010	Diferencia
	<b>Porcentaje promedio por año</b>					
Mundo	1,67	1,51	<b>-0,16</b>	1,67	1,81	<b>0,14</b>
Mundo menos China	1,66	1,49	<b>-0,16</b>	1,66	1,80	<b>0,13</b>
80% (N=23)	2,06	2,12	<b>0,06</b>	2,69	3,01	0,32
80% menos China	1,99	2,04	<b>0,05</b>	2,71	2,97	0,27
<80% (N=157)	1,61	1,42	<b>-0,19</b>	1,52	1,63	0,12
ALC	0,59	1,44	0,85	1,31	1,57	<b>0,27</b>

Fuente: Pardey (2012).

Respecto a la productividad de la tierra, la región también se encuentra por debajo del promedio de crecimiento mundial en ambos períodos, pero se ha acelerado (de 0,59 a 1,44% por año), mientras que disminuyó o estuvo básicamente estancada en el resto del mundo, y ALC también ha tenido un crecimiento un poco mejor de productividad de la tierra que el promedio para los 157 países en el 80% más bajo de los considerados en la medición (Cuadro 6).

Otro enfoque para observar la evolución de la productividad en la región es analizar la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores (PTF). El **Cuadro 7**, adaptado de Avila y Evenson (2005), muestra las tasas de crecimiento de la PTF desde los sesenta hasta los primeros años después del 2000. Para casi todos los períodos y productos, la PTF promedio en ALC estuvo por debajo del promedio para Asia y por encima de la de África (estas regiones

incluyen únicamente a los países en desarrollo). Al mismo tiempo, los cuadros detallados en Avila y Evenson (2005) (ver también Díaz-Bonilla et al., 2013) muestran que hubo una gran dispersión en las tasas de crecimiento de la PTF, desde Argentina, Bolivia y Venezuela con el 2% o más hasta el valor negativo en Cuba y las bajas tasas de crecimiento en Guatemala, Uruguay y Trinidad y Tobago, entre otros. Un segundo punto es que, considerando las tasas de crecimiento de la PTF para países individuales, hubo varios casos con tasas por encima de los de mejor desempeño en ALC, como India, China y Malasia en Asia y Mauritania, Benín, Nigeria y Túnez en África, entre otros (ver cuadros más detallados en Avila y Evenson, 2005). Esas cifras refuerzan la idea de que la productividad de ALC, en promedio, ha estado en el rango intermedio para el mundo en su conjunto.

## Inversiones en I&D

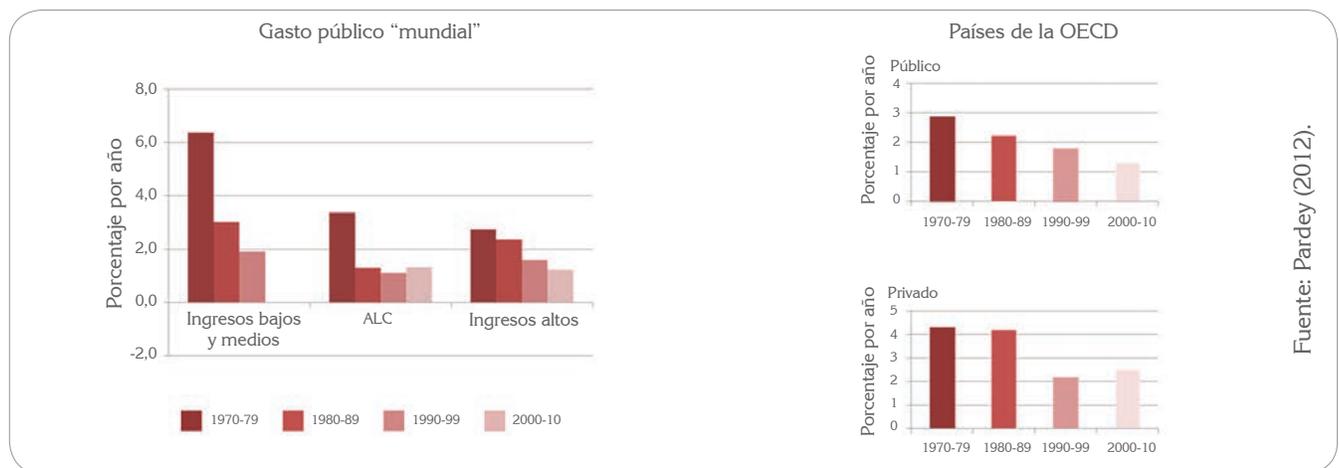
Las tendencias de productividad media discutidas en la sección anterior se relacionan con el nivel de inversión en I&D en ALC, el cual también ha estado en el rango intermedio a nivel mundial. Durante 1970–2005, el gasto público en I&D en agricultura pasó de US\$11.400 a \$28.700 millones (Figura 3).<sup>13</sup> No obstante, durante ese período, la tasa de crecimiento de la financiación del sector público para I&D en alimentación y agricultura en ALC estuvo por debajo de la de los países de bajos y medianos ingresos y de los países de la OECD durante la mayor parte del

período, aunque aumentó un poco en la primera década después del 2000. Por lo tanto, mientras que en 1970 el 15% del gasto mundial se concentró en ALC, en 2005, aunque el gasto total subió en la región, la participación global de ALC descendió al 11% (Figura 4). Además de las tasas de crecimiento de los gastos, también es de mucha utilidad considerar la proporción con respecto al valor de la producción agrícola (es decir, los gastos en I&D sobre el valor de la producción agrícola o la proporción de la intensidad de la I&D)<sup>14</sup> (ver Figura 5).

**Cuadro 7.** Tasas de crecimiento de la PTF en ALC (%) para 1961–1980 y 1981–2001.

	Agricultura		Ganadería		Promedio por período		Promedio
	1961–1980	1981–2001	1961–1980	1981–2001	1961–1980	1981–2001	1961–2001
Cono Sur	1,49	3,14	0,72	2,51	1,02	2,81	1,92
Países andinos	1,11	1,71	1,73	1,92	1,41	1,81	1,61
México y Centroamérica	1,65	1,05	2,77	1,53	2,17	1,32	1,74
Caribe	0,74	-2,05	1,20	0,64	0,98	0,29	0,64
Promedio ALC	1,45	2,26	1,39	2,13	1,36	2,24	1,80
Asia	1,71	2,02	2,20	3,45	1,92	2,50	2,21
África	1,03	1,74	1,49	1,09	1,20	1,68	1,44

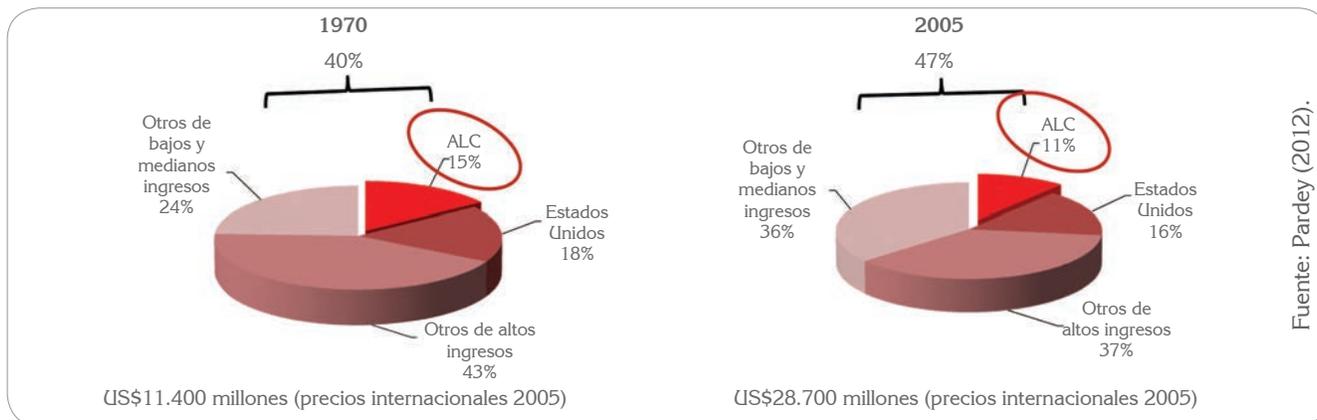
Fuente: Avila y Evenson (2005).



**Figura 3.** Crecimiento en los gastos para I&D en alimentación y agricultura.

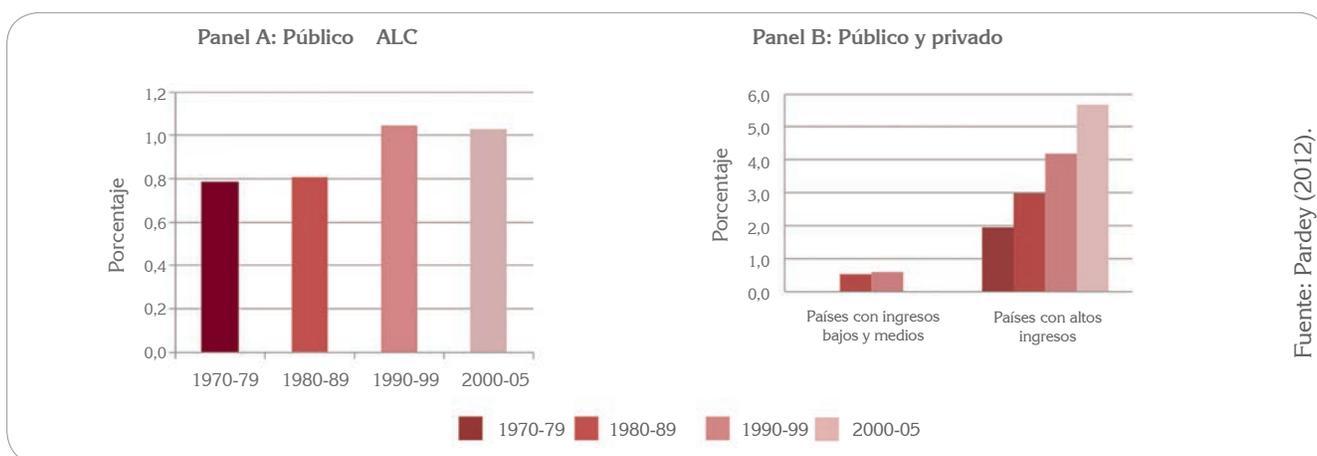
<sup>13</sup> Los datos de lo que se gasta en I&D ahora se están extendiendo para incluir las estadísticas del sector privado, lo cual proporcionará una mejor perspectiva de la situación actual.

<sup>14</sup> Al igual que otros indicadores, la intensidad de la I&D tiene sus problemas de interpretación, empezando con el hecho de que es posible que aumente, no porque la I&D haya subido, sino porque el PIB agrícola ha bajado (Beintema et al., 2012). Por tanto, al usarlo como instrumento analítico, siempre hay que considerar las razones detrás de los cambios.



Fuente: Pardey (2012).

Figura 4. Gasto público en I&D agrícola a nivel mundial, 1970 vs. 2005.



Fuente: Pardey (2012).

Figura 5. Proporciones de intensidad de la investigación en alimentación y agricultura, 1970–2005.

La intensidad de la investigación en ALC mejoró marginalmente en los noventa y a mediados de la primera década después del 2000 (de 0,8% hasta poco más de 1%). Esa proporción corresponde a los gastos públicos únicamente. El segundo panel en la Figura 5 muestra los gastos públicos y privados: en los países de altos ingresos, la proporción ha ido creciendo en cada década, alcanzando más del 5% contra cerca del 1% en ALC (aunque este último solamente considera los gastos públicos). El nivel de patentes y publicaciones en ALC es también inferior al de los países desarrollados e incluso al de algunos países en desarrollo como China (Pardey, 2012). Por otro lado, ALC muestra mejores proporciones de intensidad de I&D que el promedio para los países en desarrollo (ver Panel B en Figura 5).

Datos recientes en la Evaluación Global ASTI (Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria)

de los Gastos en I&D Agrícola (Beintema et al., 2012) calculan que, en 2008, el gasto público total mundial en I&D agrícola ascendió a cerca de \$31.700 millones de dólares con paridad de poder adquisitivo (PPA) ajustados a la inflación, divididos casi por igual entre los países industrializados y países en desarrollo. Esas cifras representan un aumento de casi el 22% en gastos globales durante la década pasada en comparación con los noventa, pero gran parte del crecimiento fue justificado por unos cuantos países: el gasto en I&D por parte de China e India correspondió a casi la mitad del aumento global; otros países en desarrollo de medianos ingresos, como Argentina, Brasil, Irán, Nigeria y Rusia, también contribuyeron significativamente a ese crecimiento. Durante 2000–08, ALC mostró la mayor tasa de crecimiento en gastos en I&D desde los ochenta (cerca de 2,1% contra 1,5% en los ochenta y 1,2% en los noventa; ver Figura 3 en Beintema et al., 2012). Sin embargo, la tasa de

crecimiento para la región en su conjunto fue la menor de todas las regiones en desarrollo durante 2000–08 (otras regiones oscilaban entre 2,3% y 8,6%; ver la misma Figura 3 en Beintema et al., 2012). Por lo tanto, la participación mundial de ALC, casi el 10% del total, es menor que la cifra reportada antes para 2005 (aunque los datos tal vez no sean completamente comparables). Dentro de ese 10%, Brasil asciende a 4% de los gastos mundiales en I&D, mientras que el resto

de ALC gasta alrededor del 6% del total mundial. Aun así, como se mencionó antes, ALC presenta la más alta proporción de intensidad de las regiones en desarrollo (un poco más del 1%), aunque disminuyó un poco en 2008 en comparación con el 2000 (Beintema et al., 2012). No obstante, esa proporción, según se muestra en el **Cuadro 8**, presenta una dispersión importante en la región.

**Cuadro 8.** Inversión pública en I&D como porcentaje del PIB agrícola (promedio para la primera década después del 2000).

1% o más		0,5–0,9%		Menos de 0,5%	
Uruguay	1,9	Belize	0,9	República Dominicana	0,3
Brasil	1,6	Nicaragua	0,9	El Salvador	0,2
Chile	1,3	Panamá	0,6	Paraguay	0,2
México	1,2	Colombia	0,6	Guatemala	0,1
Costa Rica	1,1	Honduras	0,5		
Argentina	1,0				
Promedio	0,8	Media	0,9		

Fuente: ASTI (2012).

La región debe intentar alcanzar al menos un 2% en las proporciones de intensidad. Uruguay, seguido de Brasil, es el único país que ha estado cerca a ese valor en promedio durante la primera década después del 2000.

### Algunos aspectos institucionales

La estructura institucional para la I&D agrícola en la región experimentó cambios importantes durante las últimas décadas.<sup>15</sup> ALC empezó a finales de los cincuenta, antes que otras regiones en desarrollo, con la creación en el sector público de institutos nacionales de investigación agrícola (INIA). Estos sistemas eran coordinados principalmente por ministerios de agricultura y su objetivo era aumentar la productividad y la oferta agrícola, básicamente realizando investigación adaptativa en tecnologías desarrolladas por el sector público en países industrializados y promoviendo la adopción local de esas tecnologías importadas. Desde los sesenta y setenta, la región también ha sido sede de tres de los centros internacionales del sistema CGIAR: el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Internacional de la Papa (CIP).

En los ochenta y noventa, las crisis macroeconómicas dieron lugar a cambios importantes en las políticas agropecuarias en ALC, con el desmantelamiento de servicios de apoyo que aportaban elementos clave, como semillas, crédito y mercadeo. Los INIA empezaron a enfocarse más en los pequeños agricultores y temas de pobreza, al tiempo que se movían hacia enfoques más amplios como el “desarrollo rural”, en el que la I&D agrícola se convirtió en tan solo un componente de un enfoque más general, junto con los servicios de extensión, la provisión de infraestructura rural, acceso a mercados y educación.

Con el tiempo, un marco regional institucional complejo se ha desarrollado en ALC, que incluye, además de los INIA y los centros de CGIAR, programas de cooperación, como los PROCI (programas cooperativos de investigación y transferencia de tecnología) —PROCISÚR, PROCIANDINO, PROCITROPICOS, SICTA, PROMECAFE, PROCICARIBE y PROCINORTE— FORAGRO con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) como su secretaría; centros regionales como el CATIE y CARDI; FONTAGRO y

<sup>15</sup> Esta sección se basa principalmente en Trigo (2012).

organizaciones de cooperación técnica y financiera de países desarrollados. Más recientemente, el sector privado —desde compañías multinacionales hasta asociaciones de productores— y la sociedad civil también han asumido funciones activas en el desarrollo y la difusión de tecnología agrícola,<sup>16</sup> mientras que al mismo tiempo han surgido nuevos actores públicos (como las universidades). En muchos casos, estas iniciativas del sector privado contribuyeron al desarrollo de nuevos productos o al fortalecimiento de la competitividad de los tradicionales, con poca o ninguna participación del sector público.

La anterior síntesis de desarrollos institucionales debe reconocer que existen grandes diferencias entre países (ver, por ejemplo, Sain y Ardila, 2009, quienes clasificaron a los países en la región usando dos índices: uno que intenta capturar la capacidad de un país para innovar y otro que se enfoca en la capacidad para adaptar innovaciones tecnológicas provenientes de otros países). Se deben considerar los distintos perfiles al momento de diseñar estrategias apropiadas para el desarrollo tecnológico en cada país. Dadas las desigualdades, es crucial fortalecer el vínculo entre los países en la región que tienen diferentes capacidades para crear y adoptar innovaciones tecnológicas agrícolas. Por lo tanto, las redes regionales de cooperación se vuelven herramientas importantes.

La evaluación reciente de ASTI (Beintema et al., 2012) también destacó una variedad de desafíos a la capacidad humana, incluido el alto promedio de edad de los científicos, salarios bajos y condiciones de servicio poco competitivas en la I&D agrícola pública,

que han conducido a una alta rotación de personal y “fuga de cerebros” hacia el sector privado, CGIAR o el exterior. Beintema et al. (2012) también resaltan la falta de masa crítica de investigadores bien cualificados en países pequeños, lo cual enfatiza la necesidad de iniciativas regionales que puedan ayudarles a aprovechar mejor los recursos limitados y evitar duplicaciones. En la actualidad, distintos cambios que vienen ocurriendo en las ciencias básicas y aplicadas, en instituciones y en políticas, y en los objetivos en los que se debe enfocar la I&D agrícola están modificando el contexto en el cual deben operar los INIA. Estos aspectos se discutirán posteriormente en la dimensión estratégica que se enfoca en la tecnología.

## Deforestación y emisiones de gases de efecto invernadero

Los aumentos en la tierra agrícola en ALC discutidos previamente han estado acompañados de una disminución en el área forestal en la región (**Cuadro 9**). ALC perdió casi el 9% de sus bosques entre 1990 y 2010, mientras que el mundo perdió cerca del 3%. Por lo tanto, la región representa alrededor de dos tercios de todo el bosque que se ha perdido a nivel mundial durante ese período.

Como era de esperarse, y aunque ALC tiene emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) comparativamente bajas (en especial cuando se miden por unidad de PIB al PPA),<sup>17</sup> los cambios en el uso de la tierra y la forestería (LUCF, por sus siglas en inglés) y la agricultura representan componentes importantes de las emisiones de GEI en ALC.<sup>18</sup> Para el mundo en

**Cuadro 9.** Área forestal (millones de hectáreas).

	1990	2010	Bosque perdido (millones de hectáreas)	Bosque perdido como % de bosques totales en 1990
Mundo	4.158,2	4.020,4	-137,8	3,3
ALC	1.038,9	946,0	-92,9	8,9
ALC como % del área de bosque mundial perdido	25,0	23,5	67,4	

Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos de FAOSTAT y el Banco Mundial.

<sup>16</sup> Ver, por ejemplo, Gillespie (2005).

<sup>17</sup> ALC produce 0,3 kg de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> por cada dólar de 2005 del PIB medido en PPA, comparado con los 0,7 kg para todos los países en desarrollo y 0,5 kg para el mundo en su conjunto (el promedio de la primera década después del 2000, tomado de los Indicadores de Desarrollo Mundial, del Banco Mundial).

<sup>18</sup> Las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la agricultura son el resultado principalmente del manejo de los suelos agrícolas, la ganadería, la producción de arroz y la quema de biomasa. Las emisiones de GEI de LUCF incluyen, en su mayoría, emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) generadas por la deforestación, la tala de tierras para la agricultura y los incendios o la descomposición de suelos turbosos; no incluyen el CO<sub>2</sub> que los ecosistemas retiran de la atmósfera.

su conjunto, las emisiones por LUCF ascendieron al 17% de las emisiones de GEI mundiales en 2004 y las emisiones de la agricultura representaron un 14%. Sin embargo, para ALC, las emisiones por LUCF representan el mayor porcentaje de emisiones de GEI: 46%, en comparación con 17% para el mundo y 30% para los países en desarrollo (de la Torre et al., 2009). Houghton (2008) calculó que la región representó el 41% de las emisiones por LUCF a nivel mundial (datos para 2005).

Según de la Torre et al. (2009), la principal fuente de emisiones por uso de la tierra en la región es Brasil, el cual representa cerca del 58% del total de ALC. No obstante, la contribución del porcentaje por tala de bosques a los GEI totales de la agricultura puede ser significativa dentro de otros países o regiones, como en Centroamérica y el Caribe, en donde los GEI por LUCF representan el 60% de las emisiones de esos países. La porción de las emisiones de GEI de ALC relacionadas con la agricultura (aparte de las causadas por LUCF) en comparación con las emisiones mundiales del sector ascendió a cerca de 15.5% del total (basado en nueve países).<sup>19</sup>

En resumen, a pesar de que las emisiones totales de ALC son menos importantes a nivel mundial que las de otras regiones desarrolladas y en vías de desarrollo, tanto el LUCF como la agricultura tienen una gran incidencia dentro de la región y para el mundo en su conjunto en esas categorías.

## Desarrollos socio-económicos

### Actores económicos y sociales en la agricultura

Los cambios en la producción agrícola de ALC discutidos anteriormente se han dado en un escenario de importantes cambios tanto en la estructura agraria (vinculados a los patrones de tenencia de la tierra) como en la organización de las cadenas de valor más amplias (dentro de los cuales los temas relacionados con la tierra son apenas un componente).

### *Temas de tenencia de la tierra*

La estructura dual “latifundio-minifundio”, con las grandes desigualdades en la tenencia de la tierra y el poder socio-económico que emanan de ella, ha sido una característica histórica de muchos países de ALC desde la época colonial. Ocasionalmente, era causa de levantamientos de campesinos e intentos de reformar algunas de las principales desigualdades. Antes de los sesenta, se registraron importantes reformas agrarias (México en los años veinte, Bolivia y Guatemala a principios de los cincuenta y Cuba a finales de los cincuenta), pero fue la Alianza para el Progreso, inaugurada en 1961, que puso en marcha un proceso mayor de reforma agraria en ALC. Se consideró que la estructura dual de tierras imponía altos costos a los esfuerzos de desarrollo de ALC y creaba sociedades desiguales con democracias débiles y episodios periódicos de violencia.<sup>20</sup>

Durante las décadas siguientes, varios países en ALC implementaron reformas agrarias: Chile, desde mediados de los sesenta hasta mediados de los setenta; Perú durante los setenta y Nicaragua y El Salvador en los ochenta (FAO, 2012). Estas reformas, junto con el proceso de urbanización, la expansión de nuevas tecnologías agrícolas y, en cierto modo, mejores servicios públicos agrícolas e infraestructura rural, redujeron la presión de los movimientos rurales y, con la amenaza cesante de una revolución como la de Cuba en la región, las reformas agrarias se desaceleraron o pararon. La integración de los mercados rurales y urbanos y la expansión de exportaciones también dieron pie al desarrollo de nuevas cadenas de valor, el surgimiento de nuevos tipos de productores grandes y medianos y la transformación de los campesinos tradicionales. Aunque las tensiones en torno a los temas de la tierra han continuado, ahora además están vinculadas a nuevas problemáticas, como la guerrilla y la violencia rural relacionada con el narcotráfico (CEPAL/FAO/IICA, 2012).

El regreso de la democracia en muchos países de ALC en los ochenta y noventa lentamente puso de nuevo en la agenda pública el tema de la desigualdad en la tenencia de la tierra. A mediados de los ochenta, Brasil expandió su trabajo sobre la reforma agraria, y otros países, como Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela,

<sup>19</sup> Los países son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

<sup>20</sup> Estudios realizados por el Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola (CIDA), con la participación de la FAO, el BID, la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Estos estudios incluyeron a Argentina (1965), Brasil (1966), Colombia (1966), Chile (1966), Ecuador (1965), Guatemala (1965) y Perú (1966). Existen otros análisis posteriores (ver Barraclough y Collarte, 1973).

aprobaron o modificaron leyes para la reforma agraria durante los noventa (CEPAL/FAO/IICA, 2012). Junto con estos enfoques más tradicionales hacia la reforma agraria, otra estrategia fue facilitar el acceso a través de crédito a pequeños compradores para adquirir tierras, pero la cantidad de tierra distribuida ha sido poca (CEPAL/FAO/IICA, 2012).

Aun así, ALC continúa siendo la región con las mayores desigualdades en cuanto a tenencia de tierra. A finales de los noventa y principios del siglo XXI, la concentración medida por el coeficiente Gini para la tenencia de tierra en ALC fue de 0,82 aproximadamente (entre más cerca de 1, mayor es la concentración) en comparación con 0,53 en África, 0,57 en Asia (en vías de desarrollo), 0,59 en la Unión Europea y 0,64 en Canadá (Diao et al., 2005). Durante la década pasada, el proceso de concentración puede haber aumentado aún más en muchos países, no obstante los esfuerzos mencionados en cuanto a redistribución de la tierra, aunque la evidencia no es clara porque muchos países no han realizado censos de agricultura desde los noventa, y la información disponible en las encuestas agrícolas y de hogares y en los censos demográficos es inconclusa (CEPAL/FAO/IICA, 2012).<sup>21</sup> En contraste con esas tendencias, en México, la tierra parece haberse subdividido aún más, con un aumento en las unidades de producción de 3,8 millones a 4,1 millones y una disminución en el área promedio de las unidades de producción de 8 a 7,3 hectáreas entre 1991 y 2007 (CEPAL/FAO/IICA, 2012).

Otras tendencias y hechos relacionados con los temas de tierras (CEPAL/FAO/IICA, 2012; FAO, 2012) son: (1) muchas fincas carecen de un título sobre la tierra en ALC (cerca del 50%); (2) ha habido una expansión en la compra de tierras en la región principalmente por parte de firmas regionales (“translatinas”) y grupos locales que se expanden hacia países vecinos; (3) además de la compra de tierra, han habido otras formas de concentrar la producción y lograr economías de escala (como pools de siembra en el Cono Sur y la expansión de la agricultura por contrato en la mayoría de países de

ALC) y (4) movimiento transfronterizo de productores agrícolas; aunque esta es una tendencia de larga data en algunos países, principalmente en el Cono Sur, puede haberse fortalecido en la última década (Dirven, 2011).<sup>22</sup>

### *Mercados laborales*

Además de los cambios en la estructura de la tierra y otros temas afines, ha habido otros desarrollos importantes en los mercados laborales rurales de los países de ALC, incluidos (1) la reducción en la importancia del empleo agrícola; (2) el aumento del empleo de la mujer, aunque todavía con una baja participación en comparación con otras regiones en desarrollo; (3) el aumento en la residencia urbana entre los trabajadores agrícolas durante la pasada década en 10 de los 12 países con datos comparables, con la ayuda de una mejor infraestructura de transporte (aunque la definición de “urbano” de algunos centros poblacionales es debatible) y (4) la migración de jóvenes a los centros urbanos y el envejecimiento de los agricultores de ALC como parte de un cambio demográfico más general en la población de ALC, pero con diferencias entre las poblaciones mayores en el Cono Sur y las más jóvenes principalmente en América Central (CEPAL/FAO/IICA, 2012). Además, se ha presentado una diversidad de tendencias en la proporción del trabajo asalariado, trabajo independiente y empleo familiar no remunerado, dependiendo de si es empleo agrícola o empleo rural no agrícola (CEPAL/FAO/IICA, 2012).

### *Agroempresa y supermercados*

A nivel de los actores en el espacio agroempresarial y de mercadeo, también se han dado cambios importantes. Las compañías internacionales de semilla y otros proveedores de insumos se han expandido en la región, brindando tecnología principalmente para cereales y semillas oleaginosas. Las compañías de maquinaria y riego también han expandido sus operaciones en la región. Los conglomerados cárnicos han venido organizando la cadena de valor por medio

<sup>21</sup> Por ejemplo, en Paraguay, el coeficiente Gini aumentó de 0,91 en 1991 a 0,93 en 2008. En Chile, el censo del 2007 reveló que 242.000 fincas tenían menos de 12 hectáreas de riego básico (HRB es una medida estandarizada que se usa para poder comparar la extensión de las tierras), en tanto que 25.000 fincas con más de 12 HRB controlaban el 80% de las tierras agrícolas (FAO, 2012; Dirven, 2011). En cuanto a la producción, Ribeiro Vieira Filho et al. (2011) reportaron que, en Brasil, 8% de las fincas generaban el 85% del valor de la producción agrícola.

<sup>22</sup> Otra tendencia relacionada con la tierra, pero que excede sus aspectos productivos, son los movimientos de indígenas que reclaman que ellos son dueños de la tierra, pero como componente de un proceso más amplio que establece una identidad indígena y logra que se reconozcan sus derechos especiales y sus propios procesos políticos internos (CEPAL/FAO/IICA, 2012). Otros temas relacionados con la tierra incluyen la expansión de las ciudades y de otras actividades como la industria, el turismo y la infraestructura que están invadiendo las tierras de cultivo, y las nuevas ideas acerca de las múltiples funciones de la tierra, más allá de la producción de alimentos y fibras, y que incluyen servicios ambientales, turísticos, recreacionales y otros asociados a la biodiversidad (CEPAL/FAO/IICA, 2012).

de operaciones de mayor escala en la producción de carne vacuna, porcina y de aves de corral. No obstante, probablemente el cambio más importante ha sido que los supermercados reestructuraran toda la cadena alimentaria, incluidos los productos procesados y los frescos, como las frutas, verduras y alimentos artesanales (Reardon y Timmer, 2012).

ALC es la región en desarrollo en donde la expansión de los supermercados empezó más rápido y ha ido más lejos: en la década de los noventa, eran un mercado de nicho al por menor ocupado por firmas domésticas que cubrían entre el 10–20% de las ventas nacionales de alimentos al por menor; para el año 2000, los supermercados habían aumentado hasta un 50–60% de las ventas nacionales de alimentos al por menor en muchos países en la región, llegando en una década a acercarse a la participación del 70–80% de los Estados Unidos, que tardó cinco décadas en lograrse. Brasil tiene la mayor participación, seguido por Argentina, Chile, Costa Rica, Colombia y México. La absorción del mercado de alimentos al por menor por parte de los supermercados se ha desarrollado con mayor rapidez en los alimentos procesados, secos y empacados (en los que las economías de escala son importantes), pero también ha ido en aumento en los productos frescos, incluidos verduras, frutas y diferentes tipos de carne. De todas maneras, la participación de los supermercados en los alimentos frescos es casi la mitad de la participación en los alimentos empacados. Sin embargo, para algunos productos frescos, como las frutas y verduras, los supermercados en América Latina compran cerca de 2,5 veces más de esos productos a los productores locales que la cantidad exportada a los mercados mundiales. Otro punto que vale la pena resaltar es que la expansión de los supermercados ha sido determinada por inversiones extranjeras directas. De acuerdo a algunos cálculos en ALC, las cadenas multinacionales constituyen el 70–80% de las cinco cadenas más importantes en muchos países (Reardon y Berdegue, 2002; Reardon et al., 2004).

## Otros desarrollos socio-económicos

Durante las últimas décadas, los países de ALC también mostraron otros cambios socio-económicos importantes (datos de los Indicadores del Desarrollo Mundial [IDM]/Banco Mundial, 2012). Desde la década de los sesenta, el PIB per cápita (en dólares constantes) aumentó en un 85%, hasta un promedio de US\$8.500 (ingreso nacional bruto [INB] método Atlas) en 2011, mientras que en el mundo en su conjunto aumentó en un 81%. ALC tuvo un promedio de casi \$8.500 per cápita (INB método Atlas) en 2011, en comparación con \$3.600 para todos los países en desarrollo; sin embargo, esto está todavía muy por debajo de los \$39.800 per cápita de los países desarrollados. El porcentaje de la población que padece de pobreza disminuyó de un 24% en 1980 a un 12% en 2008 (datos más recientes del Banco Mundial, usando una línea de pobreza de US\$2/día en términos de paridad del poder adquisitivo [PPA]), un nivel muy por debajo del promedio para los países en desarrollo. Al mismo tiempo, ALC sigue siendo la región con mayor desigualdad del mundo: por ejemplo, mientras que el índice Gini promedio para 135 países con datos para la primera década del siglo XXI es de 40,8 (mediana 39,7), para los 20 países de ALC con datos durante el mismo período el promedio es de 52,2 (mediana 52,1) (datos del Banco Mundial, IDM, 2012).

Usando distintos datos de pobreza de CEPAL (**Cuadro 10**), se pueden resaltar varios hechos. Primero, después de aumentar en cifras durante las primeras décadas, en 2010 se dio una disminución en el número de personas en condiciones de pobreza en las zonas urbanas, rurales y en total. Segundo, el número de personas en condiciones de pobreza en las zonas urbanas de la región ha superado el número de la población rural pobre desde la década de los noventa. Tercero, la pobreza rural ha ido disminuyendo como un porcentaje de la pobreza total y en 2010 representó solamente un tercio del total.

**Cuadro 10.** Pobreza en ALC<sup>a</sup> (millones de personas).

	Total	Zona urbana	Zona rural	Pobreza rural como % del total
1980	144	69	74	51
1990	210	127	83	40
2000	225	144	79	35
2010	193	129	63	33

Fuente: Trigo (2012).

<sup>a</sup> Incluye los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

Aunque la pobreza en ALC corresponde en dos tercios a las zonas urbanas, de todas maneras el porcentaje de pobreza en las zonas rurales entre la población rural (también llamada incidencia de la pobreza rural) sigue estando por encima de los niveles de las zonas urbanas. Asimismo, la incidencia de la pobreza es mayor entre la población indígena y entre los hogares que dependen de los ingresos agrícolas o de las transferencias del Gobierno (CEPAL/FAO/IICA, 2012).

La disminución en la pobreza durante la última década ha estado relacionada con un mayor crecimiento económico, pero también con la implementación, desde la segunda mitad de los noventa, de un nuevo tipo de programa llamado transferencias en efectivo. Estos programas parecen tener impactos positivos en la actividad local y en el crecimiento a corto plazo, y en la acumulación de capital físico y la formación de capital humano.

Con respecto a la seguridad alimentaria, ALC también muestra indicadores en cierta forma mejores que otras regiones en desarrollo (ver, por ejemplo, el análisis de conglomerados de 167 países desarrollados y en desarrollo en Díaz-Bonilla et al., 2006, y el Índice Global del Hambre calculado por el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), Concern Worldwide, y Welthungerhilfe y Green Scenery).

Sin embargo, la disminución en la pobreza y la inseguridad alimentaria en la región también ha estado acompañada de problemas de exceso de peso y obesidad. Esto se ha denominado la “doble carga” de la desnutrición, en la cual el hambre, debido a una falta de calorías y deficiencias en el consumo de nutrientes claves,<sup>23</sup> coexiste con el consumo excesivo de azúcar, grasas y sal, lo cual genera problemas de diabetes, hipertensión y enfermedades cardíacas (FAO, 2006; Pinstrup-Andersen, 2011). Esto se puede presentar incluso dentro de las mismas familias, según análisis realizados por Garret y Ruel (2003).

Otros indicadores también ameritan atención. Desde la década de los sesenta, el habitante promedio de los países de ALC ha agregado 18 años a su expectativa de vida (a finales de la primera década del siglo XXI, había llegado a 74 años la expectativa de vida) y ha logrado el 91% de alfabetismo (el mundo agregó 17 años, llegando a 70 años de expectativa de vida, y una tasa de alfabetismo del 83%).

ALC es la región más urbanizada del planeta, incluso superando recientemente la tasa de urbanización de los países desarrollados: el porcentaje de la población urbana se incrementó de 53% en los sesenta a 79% en 2010 (los cambios a nivel mundial fueron de 34% a cerca de 50% durante el mismo período; la tasa actual de urbanización en los países desarrollados es del 77%).

## Algunos comentarios finales

El anterior panorama histórico muestra que ALC enfrenta desafíos complejos para el desarrollo agrícola y las actividades de I&D relacionadas. La región tiene una doble función al contribuir tanto a la seguridad alimentaria como a la sostenibilidad ambiental a nivel nacional y mundial. Las ventajas vs. las desventajas mencionadas entre contribuir a la seguridad alimentaria y los bienes públicos ambientales mundiales, regionales y nacionales involucran múltiples dimensiones. Para cumplir esa función a cabalidad, las actividades de I&D son y serán fundamentales. Sin embargo, los niveles tecnológicos varían significativamente entre y dentro de los países y en toda la variedad de grupos de productores. La I&D agrícola en ALC debe incluir un grupo limitado de cultivos de primera necesidad producidos principalmente por fincas pequeñas y familiares, pero también ir más allá, si se han de resolver las preocupaciones más apremiantes que avanzan en la región en materia de seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental.

<sup>23</sup> La falta de calorías y las deficiencias de nutrientes se pueden considerar como dos temas separados. De hecho, Pinstrup-Andersen (2011) se refiere a la “triple carga” de desnutrición, haciendo una distinción entre estos dos problemas muy diferentes.

# Dimensiones y tendencias estratégicas

## Dimensión estratégica 1: Gobernanza mundial y globalización



Foro Económico Mundial 2014 (Benedikt von Loebell, Licencia Creative Commons BY-NC-ND 2.0).

El largo período de integración mundial (décadas finales del siglo XIX) contribuyó a un crecimiento mundial más acelerado. ALC se benefició de la expansión del comercio y las inversiones,<sup>24</sup> creciendo casi un 1,8% per cápita anualmente entre 1900 y 1913, e integrándose dentro de la economía global como un proveedor de productos primarios. Sin embargo, las dos guerras mundiales y la Gran Depresión interrumpieron ese período y la región desaceleró significativamente el ritmo de crecimiento que traía (Díaz-Bonilla et al., 2013).

Después de la Segunda Guerra Mundial, con una nueva arquitectura para la gobernanza económica internacional (con base en el acuerdo Bretton Woods) que fomentaba una mayor integración económica mundial,<sup>25</sup> la economía global se aceleró hasta casi 2,2% per cápita en el período 1950–2010. El crecimiento per cápita de ALC fue de casi 1,8%. En especial en la última década, y después de recuperarse de la crisis de deudas de los ochenta, la región se benefició de la integración en la economía mundial de los países asiáticos, especialmente de China, como

consumidores de productos agrícolas y alimenticios y otros productos básicos.

Una cuestión importante para el futuro es si este proceso de integración económica global, que ha apoyado un mayor crecimiento mundial durante las últimas décadas, continuará o eventualmente se detendrá o incluso dará marcha atrás. Si ese es el caso, es posible que el alto crecimiento global experimentado recientemente no se sostenga, lo cual afectará el crecimiento de ALC y su sector agrícola (Spence, 2011; Dadush y Shaw, 2011).

Algunas de las dudas sobre el futuro de la integración y gobernanza globales son de una naturaleza relativamente de más corto plazo y se relacionan con el impacto de la crisis financiera actual en la sostenibilidad de la deuda pública y la solidez de las instituciones financieras en los países desarrollados. Ambos aspectos se interrelacionan, porque, por un lado, el sector público es el garantista final de la estabilidad financiera (incluida la garantía sobre depósitos bancarios) y, por otro lado, el sector financiero es un titular importante de la deuda pública (y su propia estabilidad sería afectada por problemas de tipo fiscal que afecten las valoraciones de la deuda pública). Otra ronda de agitación económica mundial afectará a ALC de manera negativa (es de recordar que, durante la crisis de 2009, mientras la economía mundial disminuyó en 0,6%, el crecimiento de ALC cayó en 1,5% (-1,5%).

Un segundo asunto más general es la evolución de los desequilibrios económicos mundiales y la posibilidad de que haya conflictos en materia de la moneda y el comercio.<sup>26</sup> Una pregunta clave respecto a las políticas a nivel mundial es: ¿qué tratados o instituciones internacionales pueden coordinar una solución colaborativa para los problemas económicos actuales y posiblemente prevenir el tipo de desequilibrios comerciales y financieros que provocaron la crisis actual? Aunque ha habido algunos avances en corregir

<sup>24</sup> Los países de ALC que tienen datos de ese período son Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

<sup>25</sup> Por ejemplo, las inversiones directas del extranjero (FDI, siglas en inglés) como porcentaje del PIB mundial pasaron de cerca de 0,5% en los años sesenta a más de 4% en los dos últimos ciclos de flujos de capital internacionales. El comercio (exportaciones más importaciones) como porcentaje del PIB mundial también aumentó de cerca del 25% en los años sesenta a casi 40% en los ochenta y principios de los noventa, pero luego saltó a 60%, hasta que la crisis actual redujo ese porcentaje.

<sup>26</sup> El ministro de finanzas de Brasil recientemente se refirió a las “guerras monetarias”, término que ha sido popularizado por el periodismo económico.

los actuales desequilibrios mundiales (que en parte están vinculados con el dólar estadounidense, que es la principal moneda mundial para el comercio y las inversiones, y con el consumidor estadounidense como “comprador de última instancia”), el desequilibrio en las cuentas actuales sigue siendo alto (aunque menor que cuando llegó a su pico en 2006–2008) (ver, por ejemplo, Obstfeld, 2012; IMF, 2012). Es posible que se requiera una reestructuración más profunda de las instituciones financieras y macroeconómicas mundiales, incluida la adopción de una moneda que sea verdaderamente universal, pero que probablemente vaya más allá, con base en los Derechos Especiales de Giro (DEG) emitidos por el Fondo Monetario Internacional (FMI). La corrección de estos desequilibrios tiene también un componente geopolítico importante relacionado con las posiciones relativas cambiantes entre los países desarrollados y los países en desarrollo grandes y de rápido crecimiento, en especial en Asia. En este contexto, la forma en que Estados Unidos y China manejan sus relaciones bilaterales tiene implicaciones a nivel mundial. Resulta crucial resolver estos problemas para el crecimiento y el alivio de la pobreza de muchos países en desarrollo, incluidos los de ALC cuyas exportaciones han sido ayudadas por la configuración actual de la integración mundial.

El tercer tema mundial importante tiene que ver con la evolución de la matriz energética y las negociaciones en materia de cambio climático. La interacción entre energía, agricultura, base de recursos, cambio climático y medio ambiente plantea retos importantes de más largo plazo. En los años próximos, se vislumbra que podría haber desequilibrios en los mercados mundiales de energía (ver, más adelante, las secciones sobre energía y cambio climático) y las implicaciones del consumo de energía para el cambio climático pueden tener consecuencias significativas para el mundo en el mediano y largo plazo. Los complejos temas que vinculan el uso de energía, el desarrollo económico, el alivio de la pobreza y el cambio climático también son afectados por un fallo en la coordinación del mercado de dimensión mundial que, al igual que los desequilibrios macroeconómicos mundiales, no cuenta con un mecanismo internacional de resolución que sea ampliamente aceptado y verdaderamente funcional, y está inmerso también en el proceso de re-equilibramiento geopolítico que está ocurriendo a nivel mundial. La región de ALC, como proveedor tanto de bienes públicos ambientales globales como de productos alimenticios y energéticos, se verá profundamente afectada por cómo se manejan

estos temas, que podría ser de manera coordinada o fragmentada a nivel mundial.

La arquitectura creada por los países industrializados después de la Segunda Guerra Mundial tiene el reto del surgimiento de nuevos centros de poder entre los países en desarrollo: por ejemplo, el reemplazo del G-7 por el G-20, que al principio incluía la participación de ministros de finanzas y gobernadores de bancos centrales únicamente, pero que ha evolucionado desde la crisis para convertirse en una órgano mundial coordinador de políticas en el que participan presidentes y jefes de estado. Al mismo tiempo, las dificultades que este último grupo ha tenido para funcionar de forma adecuada, después de la respuesta inicial coordinada en 2008–2009, indican que, si bien es posible que el antiguo sistema de gobernanza y coordinación mundial pueda no estar funcionando apropiadamente, todavía no ha surgido un sistema nuevo y funcional que lo reemplace. Aquí también, la evolución de las relaciones bilaterales entre Estados Unidos y China tendrá implicaciones significativas para la resolución de estas problemáticas, incluso para ALC, cuyo crecimiento en las últimas décadas ha sido respaldado por la creciente integración de la economía mundial y una configuración particular de los flujos comerciales y de inversión, que, al igual que en el período anterior a la Segunda Guerra Mundial, aumentaron la demanda de muchos de los productos que son exportados de la región.

## Dimensión estratégica 2: Crecimiento



Sacos de arroz en Treinta y Tres, Uruguay (CIAT © 2012).

### Panorama general

Las estimaciones de las tasas de crecimiento del PIB en el futuro tienen grandes márgenes de incertidumbre, que obviamente se agravan según aumenta el período futuro al que se supone que deben llegar esas

proyecciones. Varias de las proyecciones actuales usadas en el análisis cuantitativo (como las que se describen más adelante) sugieren tasas mundiales de crecimiento del PIB per cápita claramente por encima de los promedios de los últimos 30 o 50 años. Estas proyecciones se basan en las variaciones en los modelos de convergencia del crecimiento, que suponen que las economías que actualmente son más pobres tienen la oportunidad de alcanzar a los países más ricos si siguen las políticas adecuadas y si otros factores de apoyo (como la continuación de la integración económica mundial) siguen operando (ver, por ejemplo, Quah, 1996; e Islam, 2003, sobre la convergencia, así como la sección anterior sobre la importancia de la continuación de la integración económica mundial). También se supone que los países más ricos continuarán creciendo a un ritmo estable y sustancial, y que los países más pobres convergerán hacia los países más desarrollados, según cierta definición de convergencia.

Se ha criticado la validez empírica de la convergencia, al menos con base en los datos hasta fines de los años noventa (ver, por ejemplo, Pritchett, 1997). Sin embargo, en los últimos años, especialmente entre 2003 y 2007, el mundo experimentó un período

de alto crecimiento durante el cual los países en desarrollo comenzaron a cerrar la brecha existente entre sus ingresos y los de los países industrializados. Este período optimista terminó cuando surgió la crisis financiera mundial de 2008–2009. En el escenario actual, resulta importante asegurar, no solo si habrá convergencia, sino también cuál será, en el futuro, el crecimiento estable de los países industrializados hacia los cuales se supone que los países en desarrollo están convergiendo.

Al considerar la evolución futura de la economía mundial, resulta útil analizar las tendencias de crecimiento en los últimos 50 años y compararlas con las proyecciones para las próximas cinco décadas. El **Cuadro 11** muestra las tasas de crecimiento del PIB per cápita en todo el mundo según datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (2012), los tres escenarios que fueron utilizados en las proyecciones del IFPRI (Nelson et al., 2010), las estimaciones de las Secuencias Socio-económicas Compartidas (SSC) para el Informe de la Quinta Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (que al parecer son los actuales valores de referencia empleados en muchas simulaciones),<sup>27</sup> y las proyecciones de la

**Cuadro 11.** Tasas de crecimiento per cápita.

Proyecciones	2010–2020	2010–2030	2010–2050
USDA 2012 <sup>a</sup>	2,3	n/a	n/a
SSC 1	3,5	3,5	2,8
SSC 2	3,2	3,1	2,4
SSC 3	2,7	2,2	1,5
SSC 4	3,3	3,0	2,2
SSC 5	3,6	3,7	3,1
Línea base del IFPRI	2,1	2,2	2,5
Proyección optimista del IFPRI	2,9	3,0	3,2
Proyección pesimista del IFPRI	1,2	1,1	0,9
Referencia de la IEA <sup>a</sup>	3,2	2,7	n/a
Histórico	Promedio de 1960–2011	Promedio de 1974–1992	Promedio de 1992–2011
Proyección Banco Mundial con base en el PPA	n/a	n/a	2,0
Proyección Maddison con base en el PPA <sup>a</sup>	2,1	1,3	2,2
Con base en el mercado de la tasa de cambio	1,9	1,3	1,4

<sup>a</sup> Para el USDA, los períodos son 2011–2012 y 2011–2021; para la Agencia Internacional de Energía (IEA), los períodos son 2009–2020 y 2009–2035; para los datos Maddison basados en el PPA, el período termina en 2010.

<sup>27</sup> Estas cifras provienen de la Versión 0.9.3 de la base de datos SSC <https://secure.iiasa.ac.at/web-apps/ene/SSPDB> (consultada en agosto de 2012). Los escenarios SSC (del 1 al 5) surgieron al considerar dos dimensiones para abordar el cambio climático: retos para la adaptación y retos para la mitigación.

Agencia Internacional de Energía (IEA) (que utiliza ese crecimiento de referencia para proyectar la demanda y el precio de la energía, y las emisiones de GEI). El Cuadro 11 también incluye los valores históricos, medidos a la tasa de cambio del mercado y a la tasa de cambio de la paridad del poder adquisitivo (PPA).<sup>28</sup>

Con la excepción del escenario SSC 3 y la proyección pesimista del IFPRI, que están por debajo de los promedios de 1961–2011, todas las otras tasas de crecimiento están por encima de los valores históricos de los últimos 30 y 50 años. En el caso de ALC, las proyecciones SSC para 2010–2050 en tres de los cinco escenarios se sitúan en el rango de 2,3–2,8% del crecimiento per cápita del PIB, cuando los valores históricos han sido de 1,9–2,2% durante el último medio siglo. El promedio de los cinco escenarios SSC es de 2,24%, que también está por encima de las anteriores tasas de crecimiento (ver más detalles en Díaz-Bonilla et al., 2013).

Por otro lado, el reciente período de crecimiento, comenzando a principios de los noventa y hasta la actual crisis financiera mundial, se basó en varios factores que posiblemente no se repitan.<sup>29</sup> En primer lugar, hubo cambios importantes por el lado real de la economía mundial que produjeron incrementos en el abastecimiento: la reestructuración económica y la orientación hacia las exportaciones que se dieron en varias economías, la incorporación a la economía mundial de millones de trabajadores debido a los cambios en las políticas de China, el fin de la Guerra Fría, así como otros sucesos a nivel mundial que expandieron la mano de obra,<sup>30</sup> los cuales ejercieron

presiones a la baja en los salarios y los precios de los productos manufacturados, contribuyendo por ende a disminuir las tendencias inflacionarias. En segundo lugar, esta situación influyó en el aspecto monetario de la economía mundial debido a que permitió a los bancos centrales de los países industrializados mantener políticas monetarias más expansionistas que las que, de otra forma, hubieran sido posibles. Las políticas monetarias también eran expansionistas en los países en desarrollo como resultado de los superávits en cuenta corriente y la acumulación de reservas que expandieron su propio suministro monetario nacional<sup>31</sup> y que aceleraron el crecimiento.

Todo esto respaldó los precios de los productos de exportación de ALC, ayudando así a sostener un mayor crecimiento económico en la región. Asimismo, esta configuración de las condiciones económicas mundiales generó dos burbujas, durante la primera década del siglo XXI, en los mercados de vivienda y bursátil, los cuales sostuvieron el crecimiento y el consumo en los Estados Unidos y el mundo desarrollado y proporcionó una salida para la expansión de la producción, especialmente del oriente de Asia. En otras palabras, el verdadero efecto lateral de la expansión de la mano de obra disponible a nivel mundial fue posible por la expansión monetaria en Estados Unidos y otros países industrializados, y esto impartió una fuerte tendencia al crecimiento en la economía mundial en su conjunto.<sup>32</sup> ALC se benefició de esa alineación de patrones de crecimiento.

Este modelo de crecimiento terminó cuando las inquietudes acerca de la inflación llevaron a revertir la política monetaria estadounidense acomodaticia para

<sup>28</sup> Es tema de debate si las proyecciones se deberían realizar utilizando las tasas de cambio del mercado (que reflejan los valores a los que las transacciones se llevan a cabo en los mercados internacionales) o los valores PPA (ya que estas estimaciones reflejan una valoración más estable de los ingresos nacionales, que difieren de los cambios transitorios en las tasas de cambio). El crecimiento mundial agregado medido con base en las tasas de cambio del mercado generalmente es más bajo que cuando se estima en términos del PPA. Las tasas de crecimiento individuales de cada país no necesariamente cambian (esto es, si fueron calculadas, como debieran, en unidades monetarias locales constantes). La diferencia en el agregado es resultado de que las mediciones de la economía mundial en PPA indican que los países en desarrollo tienen una mayor participación que los Estados Unidos (el cual es el punto de referencia para los cálculos PPA) y otros países industrializados, y que, últimamente, los países en desarrollo han estado creciendo más rápidamente.

<sup>29</sup> Ver una explicación más completa en Díaz-Bonilla et al. (2013).

<sup>30</sup> Este choque sustancial por el lado de la oferta se puede apreciar mejor si se considera el cambio implícito en la oferta de mano de obra: el Fondo Monetario Internacional (IMF, 2006), utilizando el enfoque sencillo de ponderar la fuerza laboral de cada país con base en su proporción de exportaciones en relación al PIB, estimó que la oferta efectiva de mano de obra a nivel mundial se cuadruplicó entre 1980 y 2005, y que la mayor parte de este incremento ocurrió después de 1990. En estos cálculos, el este de Asia contribuyó cerca de la mitad del incremento debido al aumento en la población en edad de trabajar y a una creciente apertura comercial.

<sup>31</sup> Esta expansión monetaria es el resultado del hecho de que un banco central compra dólares a los exportadores, quienes reciben el importe en moneda nacional. Si el banco central no toma otras acciones compensatorias (como utilizar bonos para comprar moneda nacional), el suministro de dinero se expande.

<sup>32</sup> La Unión Europea tuvo un problema interno distinto, vinculado a la excesiva cantidad de préstamos de ciertos países dentro del bloque, como resultado de la disminución en las percepciones de los riesgos relacionados con la adopción común del euro.

mediados de 2004, lo cual puso en marcha los eventos que generaron las crisis relacionadas de vivienda y de crédito que comenzaron en 2007–2008 en varios países industrializados. Lo que siguió fue una grave situación crediticia y, en 2009, el mundo experimentó la peor recesión de todo el período cubierto por la estadística moderna (de 1960 hasta ahora): el PIB mundial per cápita disminuyó -3,3% (en las tasas de cambio del mercado) o -2% (en términos del PPA); el crecimiento per cápita del ingreso en ALC en 2009 fue de -2,7% y -3%, medidos según las tasas de cambio comerciales y valores PPA, respectivamente.

Una respuesta coordinada a nivel mundial de las políticas monetarias, fiscales y financieras fue formulada a través del G-20. La situación general ha sido estabilizada, gracias en parte a la expansión sustancial de la liquidez por parte de la Reserva Federal de los Estados Unidos, el Banco Central Europeo y otros bancos centrales, pero como ya se mencionó, todavía existen debilidades significativas en las condiciones fiscales y financieras de muchos países desarrollados, lo cual retrasará el crecimiento futuro y quizá hasta conduzca a otra serie de crisis económicas mundiales.

## Posibles avances

Con miras al futuro, las opciones en materia de políticas siguen siendo más limitadas, dada la expansión del balance general de los bancos centrales y los incrementos en las proporciones de la deuda pública en relación al PIB en muchas economías industrializadas, generando así dudas en los mercados acerca de la sostenibilidad fiscal de países importantes, en especial en Europa. Estos sucesos también están ejerciendo presión sobre la continuidad de la zona Euro en su forma actual. Cualquier mal manejo de la actual

situación monetaria, fiscal y financiera en Europa, Estados Unidos y otros países industrializados podría conducir a una recesión mundial doble, pero hoy por hoy, los gobiernos no tendrían los instrumentos fiscales y monetarios para implementar una respuesta anti-recesión comparable a la de 2009–2010.

Incluso si esta baja fuera bien manejada, los países desarrollados enfrentan un prolongado período de bajo crecimiento durante la presente década debido a que el sector público tendrá que ajustar los gastos fiscales, los consumidores tendrán que reducir las proporciones de sus deudas en relación a sus ingresos, y el sector financiero que surge de esta crisis estará más regulado y tendrá menos influencias. El mundo, por tanto, no tendrá los motores de consumo en el mundo desarrollado que fomentaron el crecimiento durante las últimas dos décadas y es debatible lo que podría reemplazar esas fuentes de crecimiento.<sup>33</sup>

Una posible narrativa de la reestructuración por el lado de la oferta y la expansión por el lado de la demanda que supuestamente sostendrá el futuro crecimiento mundial<sup>34</sup> es el re-equilibramiento del crecimiento internamente en China hacia el consumo, al tiempo que se aleja de las inversiones y las exportaciones. No obstante, el tamaño de las variables involucradas puede no impartir el mismo nivel de ímpetu a la economía mundial: después de todo, durante la década 2000–2010, el PIB, el consumo y las importaciones de China, en dólares estadounidenses actuales, fueron de aproximadamente el 28%, 14,5% y 36,5%, respectivamente, de sus valores equivalentes para la economía estadounidense.<sup>35</sup> Desde una perspectiva más general, la cuestión es si el crecimiento del consumo y las inversiones provenientes del mundo en desarrollo puede reemplazar la anterior fuente

<sup>33</sup> Algunos analistas consideran la posibilidad de que haya un escenario inflacionario, como el que surgió en la segunda mitad de los setenta. Los países industrializados respondieron a la crisis del petróleo de 1974 con políticas macroeconómicas expansionistas que condujeron a una mayor presión inflacionaria a fines de los setenta, y un giro total de las políticas en los ochenta, forzando una profunda recesión. El hecho de que los precios de algunos productos *commodity* (como el oro) sean altos refleja las expectativas de que surja un escenario en el que la inflación aumentará marcadamente dentro de 3 o 4 años, provocando, en ese momento, una contracción monetaria drástica. Sin embargo, las proyecciones del crecimiento para los próximos años están por debajo de los niveles de los setenta, lo cual reduce la probabilidad de que haya un escenario de inflación.

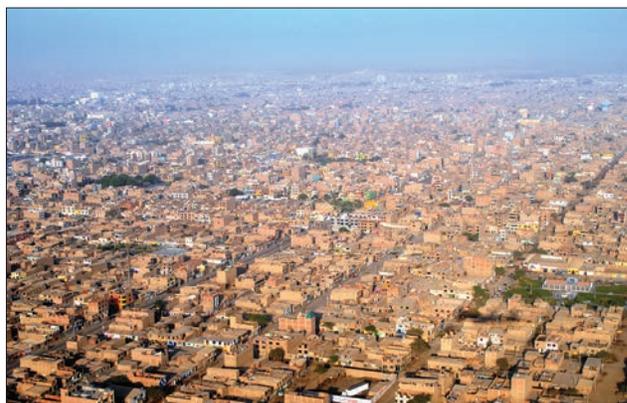
<sup>34</sup> McMillan y Rodrik (2011) mostraron que el crecimiento en los países en desarrollo se relaciona más con un cambio estructural que con una simple acumulación de factores sin ese cambio estructural. Los modelos de convergencia se enfocan en esta última posibilidad y se estiman con base en datos de crecimiento que quizá reflejen una transformación estructural, pero sin variables en el modelo para captar este efecto (ver también la discusión sobre el cambio estructural y el crecimiento en Temple y Wößmann, 2006).

<sup>35</sup> Como ya se explicó, algunos datos son presentados en dólares PPA, lo cual le da a China un tamaño comparativamente mayor; aunque estos datos pueden ayudar a realizar comparaciones del bienestar, todas las operaciones comerciales y financieras internacionales son, obviamente, negociadas en dólares del mercado (y no en dólares PPA). Por tanto, aquí se utilizan dólares corrientes para presentar los datos promedio para la primera década del siglo XXI; si solo se utiliza el año 2010, después de la crisis en Estados Unidos y el programa expansionista seguido en China después de 2008–2009, de todas formas el PIB de China tiene menos de la mitad del tamaño de la economía estadounidense; el consumo de China es cerca de una quinta parte del de Estados Unidos y sus importaciones son el 57% de las de Estados Unidos.

de demanda agregada que provenía del mundo desarrollado.

Existen otras fuerzas que podrían mantener las tasas de crecimiento mundial por debajo de las tasas sugeridas por los modelos de convergencia, incluyendo la disminución del bono demográfico debido al envejecimiento de la población mundial (ver más adelante), lo cual complicará aún más la posición fiscal en muchos países industrializados; este envejecimiento poblacional también reducirá los ahorros, lo cual presionará a la alza las tasas de interés; el impacto negativo del cambio climático en el crecimiento (debido a que habrá más desastres naturales y por la necesidad de gravar las emisiones); y mayores conflictos geopolíticos y sociales vinculados con el control de los recursos naturales y mayores desigualdades en los ingresos. Aunque son tendencias positivas, la expansión de la democracia y de la tecnología de la información podrían, de todas formas, conducir a que haya disturbios provocados por una ciudadanía mejor informada que espera tener una mayor participación en las decisiones del gobierno, lo cual también afecta el crecimiento, particularmente en aquellos países que no tienen gobiernos democráticos. Por tanto, aunque la integración global no se retrase (o, peor aún, si se revierte), los factores antes mencionados podrían mantener las tasas de crecimiento mundial por debajo de las sugeridas por los modelos de convergencia.<sup>36</sup> Estos posibles escenarios en que hay menos crecimiento también tendrían un impacto en el crecimiento interno y la demanda de exportaciones de ALC, lo cual conducirá a que haya condiciones menos optimistas para el crecimiento de la economía general y en el sector agrícola que en la última década.

### Dimensión estratégica 3: Población, urbanización y consumo



Chiclayo, ubicada en una de las principales zonas arroceras del Perú (CIAT © 2014).

#### Estructura demográfica y crecimiento económico

El período entre 1950 y 2010 se caracterizó por un importante incremento en la población: el número de personas que vivían en el planeta en 2010 era 2,7 veces mayor que en 1950 —casi 6.900 millones, es decir, un incremento de cerca de 4.400 millones de habitantes. Sin embargo, ese aumento ocurrió a tasas de crecimiento cada vez menores y esas tasas decaerán aún más en las próximas décadas, en especial en los países desarrollados. Aun así, según las proyecciones a mediano plazo de las Naciones Unidas, la población mundial podría llegar a 8.300 millones en el 2030 y a 9.300 millones hacia el 2050. Este incremento se dará básicamente en los países en desarrollo (donde vivirá el 95% de los 2.400 millones de habitantes adicionales en el 2050), aunque avanzará a diferentes ritmos en las distintas regiones. Se pronostica que los mayores incrementos de la población tendrán lugar en África, la cual superará a China a mediados de la década del 2020, y también a la India, en algún momento a principios de la década del 2030. Se estima que la India, a su vez, superará la población de China a principios de la década de 2020.

Se estima que, en 2050, la población total de América Latina será de casi 700 millones, compuestos por partes casi iguales de hombres y mujeres (Samaniego, 2012). Todo el continente americano, incluidos Estados Unidos y Canadá, podría alcanzar una población total

<sup>36</sup> Esta línea de argumentación no requiere que se retrase la innovación tecnológica, como sostuvo Gordon (2012) al tratar de justificar sus bajas proyecciones de crecimiento para las próximas décadas, al menos en Estados Unidos. Más bien, la sección sobre los avances tecnológicos que sigue a continuación resalta los avances adicionales que habrá en muchas áreas de la I&D y la innovación.

casi igual a la de China en ese momento, lo cual sugiere que el continente entero tendrá una importante presencia demográfica.

También habrá cambios sustanciales en la estructura de la población, como resultado de las drásticas reducciones en las tasas de natalidad y mortalidad, especialmente en los países en desarrollo. Los ajustes en la estructura etaria de la población influyen en el crecimiento del PIB: aquellos países o regiones cuyos segmentos poblacionales de edad mediana (entre 20 y 50 años) se están expandiendo se beneficiarían (*ceteris paribus*) con el impacto positivo en el crecimiento de lo que ha sido denominado el “bono demográfico” (ver Bloom et al., 2001).

Desde 1980 hasta 2010, entre el 20% y el 30% del crecimiento acumulado en la mayoría de los países suramericanos (salvo algunos que tienen estructuras demográficas más antiguas, como Argentina) podría atribuirse al bono demográfico (Samaniego, 2012). Países como China han disfrutado de ese bono en las últimas décadas, pero esto está cambiando y el impacto positivo de la estructura etaria se revertirá con el envejecimiento de la población.<sup>37</sup> En contraste, la India gozará (potencialmente) de un bono demográfico en las próximas décadas (Wolf et al., 2011). Segmentos importantes de la economía mundial entrarán en lo que ha sido denominada la fase de “economías envejecidas”, que se define como una situación en la cual un país dedica más recursos a la gente mayor que a los niños (Samaniego, 2012). Las “economías envejecidas” dominarán la demografía mundial en las próximas décadas, lo cual tiene importantes implicaciones para el crecimiento, los patrones de consumo (ver más adelante) y otras dimensiones demográficas.

## Urbanización

La urbanización, dimensión fundamental del análisis demográfico, tiene implicaciones para muchos otros temas cruciales, como el crecimiento y la productividad; la gobernanza; el consumo de alimentos, energía y recursos naturales; y las emisiones de GEI y la sostenibilidad del medio ambiente (ver, por ejemplo, Erdmann, 2012). Las ciudades ahora ocupan

cerca del 3% de la Tierra, pero albergan a casi la mitad de la población mundial y a ellas corresponde más de las dos terceras partes del uso total de energía y de las emisiones de GEI (Samaniego, 2012). De hecho, por primera vez en la historia mundial, en 2007, la población urbana total excedió el número de habitantes que viven en zonas rurales (ver The World Bank, 2012). Se pronostica que la tendencia hacia una mayor urbanización continuará, aunque habrá diferencias entre países y regiones.

En las últimas décadas, la tendencia hacia una mayor urbanización fue más pronunciada en varios países de ALC y el Medio Oriente. No obstante los altos promedios actuales de urbanización en ALC, esas tasas aumentarán aún más en las próximas décadas (de cerca de 80% en el presente, hasta llegar a casi 85% hacia el 2030), sobre todo en Argentina, Brasil, Chile y México, seguidos por Colombia y Ecuador (mientras que en América Central y Bolivia y Paraguay este proceso será más lento) (Samaniego, 2012).

La urbanización presenta retos y oportunidades para la agricultura y la seguridad alimentaria en ALC. Por un lado, el crecimiento poblacional y la expansión urbana continuarán aumentando la proporción de cinturones de pobreza y las brechas en las condiciones de vida y las necesidades básicas, como el acceso a agua potable, vivienda y servicios públicos de saneamiento. Cerca del 23% de los habitantes de zonas urbanas en ALC se encuentran en esta situación en la actualidad (Samaniego, 2012). Como ya se señaló, la pobreza constituye (según los números) un problema urbano en ALC, pese a que las zonas rurales, dependiendo del país de que se trate, padecen una mayor incidencia de pobreza más grave. Una consecuencia de lo anterior, con base solo en los números, es que la mayoría de los problemas relacionados con la seguridad alimentaria en ALC se encuentran y se seguirán encontrando en zonas urbanas, aunque, al mismo tiempo, también se requieren programas rurales específicos en aquellos lugares donde la incidencia y la intensidad de la pobreza son significativas. Asimismo, los centros urbanos generarán una creciente demanda de agua, tierras agrícolas, recursos energéticos y servicios de eliminación de basura.

<sup>37</sup> De hecho, datos recientes de la Oficina Nacional de Estadística de China indican que, en 2012, la población en edad de trabajar (de 15 a 59 años) disminuyó en casi 3,5 millones (quedando un total de 937 millones) (“La economía china logró un desarrollo estabilizado y acelerado en el año 2012”, Oficina Nacional de Estadística de China. 18 de enero de 2013. [www.stats.gov.cn/english/pressrelease/t20130118\\_402867147.htm](http://www.stats.gov.cn/english/pressrelease/t20130118_402867147.htm)). Esta fue la primera disminución de este tipo en la historia china moderna, alcanzando un punto crítico que se esperaba llegaría más adelante, en el año 2015 o después.

Por otro lado, los centros urbanos también presentan oportunidades en la medida que allí es donde se da la mayor parte del crecimiento económico y la creatividad, y donde las nuevas tecnologías se están aplicando para mejorar el bienestar y utilizar los escasos recursos de manera más eficiente (Erdmann, 2012). Para la agricultura y la producción de alimentos, los centros urbanos representan lugares en donde la creciente demanda se consolida y se centraliza debido a la expansión de las clases medias; además brindan oportunidades de mercado que las dispersas poblaciones rurales no pueden ofrecer.

## Patrones de consumo

Por lo general, el análisis económico de la demanda de alimentos está vinculado a los ingresos, precios y las tendencias de urbanización. Sin embargo, otros aspectos como las políticas de mercado y la expansión de los supermercados, los temas de salud y los valores sociales y éticos (por ejemplo, producción orgánica y sostenible, bienestar animal y, en algunos países, las creencias religiosas, como las relacionadas con el consumo de carne de res o de cerdo) influyen también en los patrones de consumo (ver Foresight, 2011e). Asimismo, en algunos países existe la tendencia a establecer políticas públicas que fomenten una dieta sana y sostenible, aunque la definición de esta suele diferir, especialmente cuando se trata de la sostenibilidad, cuyos aspectos económicos, sociales y ecológicos pueden apuntar en distintas direcciones (Foresight, 2011e).

Algunos países han emitido pautas que podrían, a la larga, cambiar los patrones del consumo de alimentos, en especial de la carne roja, de alimentos que son transportados por avión o productos derivados utilizando métodos que requieren un gran consumo de combustible y una baja conversión del alimento animal (ver Foresight, 2011e). El nexo entre la obesidad y la diabetes, la hipertensión y las enfermedades cardiovasculares ha llevado a los países desarrollados a proponer políticas encaminadas a gravar los productos asociados con el sobrepeso de las personas. Al mismo tiempo, en los países en desarrollo, esto ha hecho que se reconozca más la “doble carga” de la desnutrición, ya que incluso en una misma familia pueden coexistir la desnutrición y la sobrenutrición (ver el estudio de Garret y Ruel, 2003, que ya fue mencionado).

En ese contexto, las proyecciones del consumo de carne plantean problemas especiales, tanto en los países desarrollados como en los que están en vías

de desarrollo. Es difícil determinar si las diferencias culturales harán que el consumo se mantenga bajo en algunos países en desarrollo muy poblados o si habrá una convergencia más pronunciada hacia un mayor consumo (Foresight, 2011b; Zahniser, 2012; ver las proyecciones alternativas en Msangi y Rosegrant, 2011). Esto es de particular importancia para ALC, pues es un importante exportador de alimento animal cuyo sector ganadero tiene una mayor incidencia en la producción agropecuaria total que en otras regiones.

La inquietud acerca del desperdicio de alimentos afectará también la demanda de alimentos (Foresight, 2011d). El desperdicio y las pérdidas son influidos por factores determinantes mundiales como la urbanización (que requiere que las cadenas de suministro de alimentos se extiendan a fin de poder alimentar a la población urbana); la transición en las dietas, del consumo de alimentos básicos con alto contenido de almidón que son menos perecederos a una dieta que incluye productos más perecederos como frutas y verduras frescas, productos lácteos, carne y pescado; y la expansión del comercio internacional de productos alimenticios (lo cual extenderá aún más las cadenas de suministro de alimentos) (Foresight, 2011d). Supongamos que se desperdicia el 30% de todos los alimentos y que para el 2050 se necesitará la tan mencionada expansión del 70% en la producción de alimentos para sustentar a la creciente población, y si, además, se logra reducir ese desperdicio en un 50% para el 2050, esto contribuiría aproximadamente el 25% de la producción actual (Foresight, 2011d).

Desde luego que gran parte del desperdicio que se evitaría se deberá a decisiones tomadas por el sector privado (principalmente en la cadena alimentaria, más allá de la finca y más cerca del consumidor final) y a inversiones del sector público que no están relacionadas con la I&D agrícola en sí. Sin embargo, si se hicieran grandes esfuerzos por reducir el desperdicio, esto podría mitigar el imperativo de la I&D de aumentar la producción de los sectores agrícola y alimentario.

Cabe subrayar que las fuentes de desperdicio y su lugar en la cadena alimentaria difieren significativamente entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo. En el primer caso, ocurren con mayor frecuencia a nivel del usuario final (ya que se relacionan, en muchos casos, con los estándares del sector privado y con las elecciones del consumidor). En el segundo caso, las pérdidas suceden con mayor

frecuencia entre la cosecha y el procesamiento (generalmente debido a la falta de infraestructura) (ver Foresight, 2011e).<sup>38</sup>

Otro aspecto se relaciona con la configuración de la población, en cuanto a la edad y al género, porque es con base en ella que se proyectará la demanda futura. La mayoría de los ejercicios suelen suponer que existe una estructura demográfica relativamente estable; sin embargo, como ya se mencionó, esa estructura está cambiando, en especial en países que son sistémicamente importantes, como China (Zhong et al., 2012). El envejecimiento de la población implica que quizá la ingesta de calorías per cápita no esté creciendo tan rápidamente como podríamos suponer si nos basáramos solo en un simple recuento de habitantes. Por tanto, las proyecciones de la ingesta de alimentos deben relacionarse, no solo con los precios y los ingresos, sino también con la edad y el género de la población. Por ejemplo, si convirtiéramos la población total en su equivalente de hombres adultos (ver FAO/WHO/UNU, 2004, y Zhong et al., 2012) a fin de poder hacer una comparación común del consumo, entonces la diferencia, cuando se utilizan los datos ajustados, equivaldría, en el 2050, a una reducción de aproximadamente 6% en el consumo total, comparado con la reducción que resulta cuando se emplean datos no ajustados (para más detalles, ver Díaz-Bonilla et al., 2013).

### Posibles avances

En resumen, los patrones de consumo pueden presentar muchas incertidumbres. Además de los escenarios actualmente aceptados que proyectan incrementos sólidos en la demanda de alimentos, es importante considerar también ajustes como los relacionados con el envejecimiento, niveles de consumo de carne que pueden no converger, al ritmo esperado, con los de los países desarrollados (este tema tiene implicaciones particulares para ALC, dada su estructura de producción y exportación), movimientos más fuertes de los consumidores para tratar de reducir el desperdicio y establecer requerimientos de sostenibilidad, y medidas más firmes de política pública con el fin de combatir la obesidad en los países desarrollados y la “doble carga” de la desnutrición en los países en desarrollo. Una

generalización de todas estas tendencias de consumo podría tener un fuerte impacto en las estimaciones de la demanda, lo cual reduciría las proyecciones usuales de la demanda de alimentos y la producción agrícola. Por tanto, es importante considerar las implicaciones de estas suposiciones y tendencias.

## Dimensión estratégica 4: Energía



Cuenca del río Cañete, Perú (CIAT © 2013).

Siempre han existido vínculos importantes, tanto directos como indirectos, entre la agricultura y la energía. La energía es un insumo para la producción agrícola, pues se utiliza en la mecanización, el riego, la fertilización, el secado y el almacenamiento. La producción agroindustrial y la comercialización también requieren energía para actividades de procesamiento, empaquetado, transporte, almacenamiento y distribución al detal para poner los alimentos y productos agropecuarios a disposición de los consumidores. Asimismo, los consumidores utilizan diferentes formas de energía para preservar, almacenar, preparar y cocinar los alimentos. A un nivel más general, los costos de la energía afectan el ingreso disponible y la demanda de otros bienes y servicios, incluidos los productos agropecuarios. En particular, los marcados incrementos en el precio del petróleo han sido un factor fundamental en muchas recesiones (Hamilton, 2013), ya que han generado caídas en la demanda agregada y, posteriormente, en los precios de los productos básicos.

En los mercados mundiales, los precios del petróleo y los productos básicos agrícolas han estado

<sup>38</sup> Un estudio reciente del Banco Asiático de Desarrollo y el IFPRI (Reardon et al., 2012) sobre las cadenas de valor alimentarias de arroz y papa en Bangladesh, China e India, mostró que, contrario a las percepciones comunes, el desperdicio (al menos de esos cultivos básicos) no parece ser tan importante (de 1 a 7% de desperdicio físico contra las estimaciones usuales de 30 a 40%). Esto al parecer es el resultado de una mejor infraestructura (almacenamiento en frío e infraestructura vial) y la difusión de teléfonos móviles. No existen análisis detallados similares de otros productos y países.

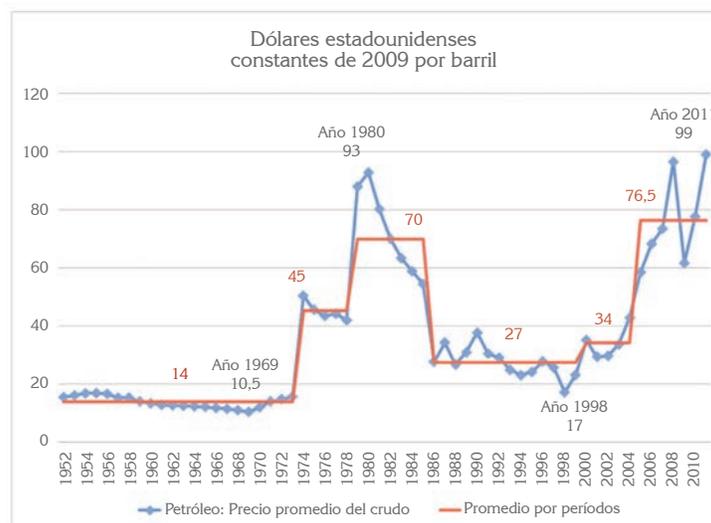
correlacionados desde por lo menos los años setenta, pero este fenómeno parece haberse acentuado recientemente debido a lo que se ha denominado la “financiarización” de los productos básicos (es decir, los productos básicos se han convertido en opciones de inversión, en parte como protección contra la inflación). También últimamente, los nexos entre la energía y la agricultura se han expandido aún más debido a por lo menos dos factores adicionales. Uno es los mandatos de biocombustibles, que al parecer ha sido una de las causas de la reciente alza en los precios de los alimentos, ya que expandió la demanda de los productos agrícolas como materia prima para biocombustible (ver, por ejemplo, von Braun, 2008; Headey y Fan, 2010). Para tener una idea de la dirección de la causalidad (es decir, si lo que sucede en los mercados de energéticos está influenciando los resultados en los mercados agrícolas), puede ser suficiente señalar las diferencias en cuanto a dimensión: si toda la energía de los alimentos requerida para que los seres humanos funcionen y toda la energía no proveniente de los alimentos que el mundo necesita para operar fuera expresada utilizando una misma medida (en julios, por ejemplo), la segunda cantidad sería aproximadamente 16 a 18 veces mayor que la primera. El otro nexo nuevo entre la agricultura y la energía tiene que ver con los impactos a más largo plazo del cambio climático (Nelson et al., 2010)

y con la variabilidad meteorológica a más corto plazo (Hansen et al., 2012), que se asocian con las emisiones de GEI relacionadas con los energéticos.

A continuación se hace énfasis en el mercado del petróleo debido a que este tiene una mayor participación en las fuentes de energía; por sus numerosos usos en el transporte, la electricidad y la industria manufacturera; y como punto de referencia para fijar los precios de otras fuentes de energía (ver Espinasa, 2012, e IEA, 2011).

### Panorama histórico

La historia de los precios del petróleo durante el último medio siglo (ver **Figura 6**)<sup>39</sup> demuestra que solo en dos períodos a fines de los años setenta y principios de los ochenta, y en la primera década del siglo XXI, el precio mundial real (medido en dólares estadounidenses constantes de 2009) se mantuvo durante varios años a US\$70/barril o más (en promedio), con picos anuales de \$93/barril durante el año 1980 y \$97–99/barril en 2007 y 2011, respectivamente. La evolución de los precios reales ha sido afectada tanto por aspectos macroeconómicos (que actúan por el lado de la demanda) y los sucesos relacionados con la oferta (ver Díaz-Bonilla et al., 2013).



**Figura 6.** Precio mundial promedio del petróleo.

Fuente: Estadísticas internacionales del FMI sobre Productos Básicos.

<sup>39</sup> Este es el precio mundial promedio en dólares estadounidenses constantes de 2009, e incluye los precios del petróleo de Dubai, Brent y WTI que fueron tomados de la base de datos IMF/IFS, deflacionados por el Índice de Precios al Consumidor de los Estados Unidos (U.S. CPI).

## Panorama de la energía a largo plazo

El mundo ahora acaba de terminar otro período de crecimiento acelerado. ¿Cuáles son los prospectos para los precios del petróleo en este contexto? Existen muchos factores desconocidos hacia el futuro. El punto de vista económico tradicional es que, con excepción de los choques a corto plazo que puede haber por el lado de la oferta (como los conflictos geopolíticos en los países productores), los precios más altos generarán inversiones, así como una respuesta tecnológica que permitirá expandir la oferta a mediano y largo plazo. Por otro lado, el punto de vista geológico es que quizá haya algunas “fuertes restricciones a la oferta” que serán difíciles de superar y que en algún momento la producción de petróleo llegará a su punto máximo y luego disminuirá (ver la discusión en Benes et al., 2012). El **Cuadro 12** muestra proyecciones de los precios tomadas de distintas fuentes.

Las proyecciones realizadas por la Administración de la Información Energética (EIA) de Estados Unidos y la Agencia Internacional de Energía (IEA) en términos reales (dólares constantes de 2009) muestran un incremento del 10–20% para el año 2020 sobre el precio promedio de US\$99/barril en 2011 y del 20–40% para el año 2035. Las proyecciones de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) (ver las proyecciones nominales) son mucho más bajas.<sup>40</sup> El precio supuesto de la OPEP es aproximadamente la mitad del precio que aparece en las proyecciones de la IEA (en términos nominales), lo cual implica un precio real de cerca de \$75/barril, que más o menos coincide

con el precio real promedio desde mediados de la primera década del siglo XXI, pero que se mantiene claramente por debajo del tope máximo ocurrido en el 2011 (\$99/barril). Una fuente importante de discrepancia entre las proyecciones es la diferencia en las suposiciones acerca de las políticas en materia de energía y medio ambiente durante el período en consideración.

Benes et al. (2012), con base en investigaciones realizadas en el FMI (y siguiendo un enfoque diferente al de la IEA y la OPEP que combinan las perspectivas económica y geológica en un modelo econométrico), proyectan precios constantes (de 2011) de US\$170 para el año 2020, mucho más altos que las proyecciones tanto de la EIA como de la IEA de Estados Unidos. Los precios que en términos reales son dos veces mayores, o más, que el promedio durante los dos episodios de precios altos ocurridos en los años setenta a los ochenta, y ahora en la primera década del siglo XXI (como los de la IEA, 2011, y Benes et al., 2012) plantean interrogantes importantes respecto a la sostenibilidad de las tasas de crecimiento para la economía mundial que se utilizaron como supuestos en esos estudios.

El desarrollo de nuevas tecnologías también es un factor crucial, aunque desconocido, que surge al tratar de lograr sistemas más eficientes, tanto para la producción (reduciendo los costos) como para la demanda (mejorando la eficiencia del consumo de combustibles). Un suceso tecnológico especial es la evolución de fuentes no convencionales de energía,

**Cuadro 12.** Proyecciones de los precios mundiales del petróleo.

	2020	2035
<b>(Dólares estadounidenses de 2009–2010 por barril)</b>		
U.S. EIA Annual Energy Outlook (AEO) 2011 (caso de referencia)	108	125
IEA (escenario de políticas actuales)	118	140
IEA (escenario de políticas nuevas)	109	120
<b>(dólares estadounidenses actuales por barril)</b>		
IEA (escenario de políticas actuales)	148	247
IEA (escenario de políticas nuevas)	136	212
OPEP World Oil Outlook (WOO) (caso de referencia)	85–95	133

Fuentes: Administración de la Información Energética (EIA) de Estados Unidos (2011); Agencia Internacional de Energía (IEA) (2011); Foro Internacional de Energía (IEF) (2012).

<sup>40</sup> Con base en el Informe World Energy Outlook (WEO) de la IEA y el Informe World Oil Outlook (WOO) de la OPEP, ambos publicados en noviembre de 2011. El World Energy Outlook (WEO) de la IEA reporta el precio de importación promedio del crudo de la IEA como representativo del precio internacional del petróleo y la OPEP utiliza el precio del crudo de la Canasta de Referencia (ORB) de la OPEP.

principalmente el gas esquisto y el petróleo esquisto. La IEA (2012) desarrolla un escenario que incluye una “edad de oro” del gas, basada en la aplicación de “reglas de oro” para la extracción de gas no convencional.<sup>41</sup> Si las expectativas acerca de las reservas económicamente utilizables se materializan, y si se aplican normas ambientales adecuadas y se cumplen otras condiciones (incluidos marcos regulatorios satisfactorios y el acceso al agua), entonces la IEA (2012) proyecta una producción acelerada de gas, lo cual conducirá a precios más bajos de este energético, y una expansión de su demanda (que aumentará en más del 50% entre 2010 y 2035). Como resultado, la parte correspondiente al gas en el conjunto mundial de energéticos aumentará del 21% en el presente al 25% en 2035, y superará al carbón para convertirse en la segunda fuente primaria de energía más importante, después del petróleo. Según este escenario, Estados Unidos se convertirá en el principal productor de gas del mundo, superando a Rusia. China también aumentará su producción significativamente, al igual que Australia, Canadá, India e Indonesia.

En Estados Unidos, la expansión de la producción de gas esquisto ya ha reducido los precios del gas natural nacional por debajo de otros productos de referencia, como el gas natural licuado (GNL) comercializado y el precio del gas ruso para Europa y, en 2012, los precios en Estados Unidos disminuyeron aún más (a aproximadamente US\$2–3/btu), y están más cerca de los niveles de los años noventa. Esto ha respaldado la competitividad de diferentes industrias que hacen uso intensivo de la energía, incluida la producción de fertilizantes, y ha sustituido a las plantas eléctricas que usan carbón, lo cual podría ayudar a reducir las emisiones GEI en Estados Unidos (a menos que el efecto de reemplazar el carbón sea contrarrestado por un efecto desincentivante de otras tecnologías más limpias).

Si el escenario del “gas de oro” se materializa, y si China también empieza, de forma acelerada, a usar el gas no convencional, los impactos serán numerosos, pues abarcarían desde una reducción en el número de plantas eléctricas que usan carbón (y, por tanto, menos emisiones GEI), hasta fertilizantes menos costosos, lo cual podría apoyar la competitividad de la

producción alimentaria de ese país. En el escenario del “gas de oro” (IEA, 2012), ALC también incrementaría su producción de gas (con un importante componente de fuentes no convencionales) en casi 80% entre 2010 y 2035, y pasaría de aproximadamente 6% a un poco más de 7% de la producción mundial de gas durante el mismo período.

En ALC, el aumento de la producción de gas daría pie a un número mayor de exportaciones de energéticos (lo cual también será apoyado por la expansión de la producción de petróleo, en parte de otras fuentes no convencionales como las reservas de mar profundo y capas pre-sal en Brasil). Por tanto, considerando que las tasas de cambio en ALC normalmente se basan más en el mercado que en otras regiones en desarrollo, la expansión de la producción y exportación de energéticos podría tener un efecto en la valorización de las tasas de cambio reales (un efecto de la “enfermedad holandesa”), y probablemente con un efecto negativo en los sectores comerciables, como la agricultura. Hay que considerar este efecto negativo contra las probables consecuencias positivas, para el crecimiento agrícola, que tendría una mayor demanda nacional en esos países debido al crecimiento económico acelerado y la oferta de energéticos y fertilizantes más baratos.

## Posibles avances

En las próximas décadas, el crecimiento económico mundial podría ser muy cíclico y verse afectado por alzas recurrentes en los precios debido a restricciones en la oferta del petróleo (Espinasa, 2012; ver también Hamilton, 2013). Un asunto relacionado es la evolución de fuentes no convencionales de energía, impulsada por las nuevas tecnologías de la producción de gas esquisto y petróleo esquisto. A más corto plazo, la pregunta es si el mundo experimentará un escenario similar al de los ochenta y los noventa, cuando las innovaciones tecnológicas en materia de energía y las deprimidas condiciones macroeconómicas causaron un colapso de los precios de los energéticos, o si el mundo avanza hacia un escenario donde los precios reales de los energéticos se mantendrán a niveles nunca vistos en la historia. La respuesta a esa pregunta tiene serias implicaciones para la producción agrícola, la seguridad alimentaria y la pobreza, el manejo de los recursos naturales y los sucesos relacionados

<sup>41</sup> Los recursos de gas no convencionales incluyen el gas esquisto, el tight gas y el metano de lecho de carbón. El mayor componente es el gas esquisto. Casi todos los reservorios de gas esquisto producen ciertos líquidos, incluido el petróleo (que se denominan líquidos del gas natural o LGN), y la producción de petróleo esquisto también genera algunos gases asociados. Obviamente, la co-producción de petróleo, junto con el gas esquisto, ayuda a aumentar los resultados económicos de producir gas no convencional (IEA, 2012).

con el cambio climático.<sup>42</sup> Si nos centramos en las proyecciones de referencia o preliminares planteadas anteriormente, estas sugieren que habrá costos importantes de la energía, que afectarán a la agricultura por el lado de la producción y la demanda. Esto implica que es necesario poner énfasis particularmente en las tecnologías eficientes en el uso de la energía, no solo en la producción primaria, sino a lo largo de toda la cadena alimentaria.

Otro aspecto importante para la agricultura es el fuerte crecimiento de la producción de biocombustibles pronosticado por las proyecciones de la IEA, el cual plantea interrogantes respecto al uso de recursos para alimento humano versus alimento animal y resalta la necesidad de empezar a utilizar materia prima no comestible para la producción de biocombustibles. Por último, estas proyecciones sugieren que es posible que el mundo supere la marca de 2 °C de temperatura, que producirá cambios importantes en el clima que afectarán la producción agrícola y alimentaria. Pasemos ahora a considerar este tema.

## Dimensión estratégica 5: Cambio climático



Campo de maíz en Honduras durante la temporada de calor intenso (CIAT © 2012).

## Tendencias a más largo plazo y volatilidad a más corto plazo

Los datos a largo plazo demuestran que el flujo de las emisiones de GEI ha aumentado en los últimos siglos, que hay una mayor concentración de esos gases en la atmósfera y que la temperatura ha incrementado. El mundo sigue generando un gran flujo de GEI (casi 7 toneladas métricas per cápita de equivalentes de CO<sub>2</sub> en 2005, es decir, cerca de 47 gigatoneladas al año) los cuales, en la mayoría de las proyecciones, continuarán aumentando y concentrándose en la atmósfera, con lo cual existe un mayor riesgo de que aumente la temperatura (Vergara, 2012). A fines de la primera década del siglo XXI, la concentración solo de CO<sub>2</sub> —es decir, sin considerar otros GEI— ya era de alrededor de 390 ppm (ver Vergara, 2012). Estimaciones recientes sugieren que ha incrementado la probabilidad de que haya temperaturas más elevadas y, por tanto, es probable que, para el 2050 y posteriormente, la temperatura aumente 2 °C o más (Jarvis, 2012).

El impacto directo en la agricultura proviene principalmente de cambios en la temperatura media, su variabilidad,<sup>43</sup> la precipitación y la cantidad de luz diurna, lo cual determina la duración y la calidad de la temporada de cultivo y la disponibilidad de agua; el efecto de la fertilización con CO<sub>2</sub>; la evolución de las plagas y pestes vinculada con el cambio climático; y los cambios en el nivel del mar, entre otros factores (ver Gornall et al., 2010). Estos impactos del cambio climático en la producción agrícola difieren mucho según la región y el cultivo. Establecer los umbrales de tolerancia y resistencia para cultivos específicos es una tarea compleja, dadas las relaciones no lineales entre las diferentes variables pertinentes. Por otra parte, en las simulaciones del cambio climático, los distintos Modelos de Circulación General (MCG) ofrecen diversas proyecciones de las condiciones climáticas que podrían resultar de los mismos niveles de acumulación de GEI y aerosoles en la atmósfera.

Por ejemplo, las proyecciones recientes del IFPRI (Nelson et al., 2010) consideran dos escenarios completamente distintos para el cambio climático,

<sup>42</sup> Ha habido otros sucesos inesperados en la agricultura, como el impacto positivo de la expansión del gas esquisto en Estados Unidos en la producción de guar o frijol clúster de la India, que han creado importantes oportunidades de generar ingresos para los pequeños productores de ese país. El frijol clúster o guar se utiliza para producir goma guar, ingrediente importante en el proceso de fracturación hidráulica que se emplea para extraer petróleo y gas del esquisto bituminoso. La India produce el 80% del guar a nivel mundial, la mayoría producido por pequeños agricultores en las zonas áridas y semiáridas de ese país. Las exportaciones de la India se han triplicado, y su precio unitario ha incrementado diez veces (ver [www.reuters.com/article/2012/05/28/us-india-shale-guar-idUSBRE84R07820120528](http://www.reuters.com/article/2012/05/28/us-india-shale-guar-idUSBRE84R07820120528)). *Agradecemos a David Laborde el habernos señalado este suceso.*

<sup>43</sup> La variabilidad incluyó eventos extremos como las sequías, inundaciones y huracanes, entre otros.

uno con base en un modelo desarrollado por la Organización de la Mancomunidad Australiana para la Investigación Científica e Industrial (CSIRO) (que tiende a pronosticar un mundo más seco, con menores incrementos de temperatura) y el otro que utiliza el Modelo para la Investigación Interdisciplinaria del Clima (MIROC), implementado por el Centro para la Investigación del Sistema Meteorológico de la Universidad de Tokio (que sugiere que habrá mayores incrementos de precipitación y un mundo más caluroso, en promedio).<sup>44</sup> Asimismo, cabe señalar que es posible que las incertidumbres respecto a la trayectoria de las emisiones de GEI y su impacto en el clima no sean resueltas por la Quinta Evaluación del IPCC, dado que los MCG utilizados en esta evaluación probablemente expandan, y no reduzcan, el rango de los resultados probables del cambio climático (Maslin y Austin, 2012).

Los cambios en la precipitación y la temperatura se traducen en cambios en los rendimientos de la producción agrícola. El **Cuadro 13** (también tomado de Nelson et al., 2010) presenta estimaciones para tres cultivos principales: maíz, arroz y trigo. Estas estimaciones no incluyen el efecto potencial de la fertilización carbónica atmosférica (lo que podría ayudar a aumentar los rendimientos) y la posibilidad de que se expandan las plagas por efecto del cambio climático (lo cual podría reducir los rendimientos).<sup>45</sup>

Las proyecciones de temperatura y precipitación tan diferentes generadas para el mismo escenario de emisiones producen cambios importantes en dichas proyecciones: por ejemplo, al utilizar MIROC con el escenario A1B,<sup>46</sup> el rendimiento de cereales en Estados Unidos se reduce un 33% en 2050, comparado con el clima en 2000 y, por este motivo, los países desarrollados, que históricamente han sido exportadores importantes de cereales, sufren una significativa disminución de sus exportaciones netas.

Con base en los resultados de otros MCG, los impactos de los mismos niveles de concentración de GEI producen proyecciones muy distintas de rendimiento, producción y comercialización.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (ECLAC, 2010) también examina otras estimaciones para países y regiones de ALC. Por ejemplo, en Paraguay, los impactos del cambio climático estimados como el promedio de los MCG<sup>47</sup> sugieren que, en el escenario A2,<sup>48</sup> se estima que la soya (el segmento más afectado de la agricultura, con una disminución de -10% en 2050) es equivalente a aproximadamente 1,9% del PIB en 2050. El impacto en el caso del escenario B2<sup>49</sup> es aún mayor. En el caso del trigo, el mismo escenario A2 y una disminución del rendimiento implican que, en 2050, habrá una pérdida del PIB de cerca del 0,3% del PIB de 2008. Por otro lado, la productividad de algunos cultivos importantes para las fincas familiares (ajonjolí, fríjol, yuca y caña de azúcar) parece ser afectada de manera positiva por el cambio climático. Sin embargo, se proyecta que la productividad de la ganadería y del algodón disminuirán (ECLAC, 2010).

La CEPAL (ECLAC, 2010) describe también el impacto en el rendimiento del maíz, el fríjol y el arroz en América Central. El fríjol será afectado negativamente hacia 2050, en tanto que las tendencias de otros cultivos son más difíciles de discernir, al menos hasta mediados de este siglo (después de eso, los impactos negativos son más claros). Sin embargo, considerando todos los impactos en la agricultura, la CEPAL (ECLAC, 2010) estima que, en el escenario A2, y con una tasa de descuento baja (0,5%), las pérdidas de ese sector en América Central en 2030 podrían ascender a 2,5% del PIB de 2008 (y a cerca de 3,7% en 2050). Estos efectos negativos, más los impactos en la biodiversidad, el agua y la generación de fenómenos extremos, podrían sumar en total pérdidas del 4,3% del PIB en 2030 y 10,7% en 2050. El impacto más fuerte probablemente

<sup>44</sup> Ellos reportan algunos resultados de otros dos MCG, pero las principales simulaciones se basan en CSIRO y MIROC.

<sup>45</sup> Ver una descripción de los escenarios de la Cuarta Evaluación del IPCC (A1, A2, B1, B2 y familias) en [www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf).

<sup>46</sup> La familia de escenarios A1 describe un mundo futuro con un crecimiento económico muy rápido, un crecimiento poblacional bajo y la introducción rápida de tecnologías nuevas y más eficientes. El A1B es un sub-escenario del A1, con emisiones balanceadas de fuentes de energía fósiles y no fósiles, en comparación con otros dos escenarios que incluyen fuentes fósiles (el A1F) o no fósiles (el A1T) de energía.

<sup>47</sup> Hay debates sobre el significado analítico y la utilidad de promediar los resultados de MCG que son tan diferentes. La otra opción es presentar los resultados de aquellos MCG que generan valores más extremos (como lo hicieron Nelson et al., 2010).

<sup>48</sup> La familia de escenarios A2 describe un mundo heterogéneo, donde existen la autosuficiencia y la conservación de la identidad local, alto crecimiento demográfico, crecimiento económico per cápita y un cambio tecnológico más fragmentado y más lento que en otros escenarios.

<sup>49</sup> El escenario B2 representa un mundo que enfatiza las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, un crecimiento poblacional moderado, un desarrollo económico intermedio y un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en los escenarios B1 y A1.

**Cuadro 13.** Efectos biofísicos del cambio climático en los rendimientos (% de cambio entre el clima en 2000 y el clima en 2050).

Categoría/modelo	Maíz		Arroz		Trigo	
	Irrigado	De secano	Irrigado	De secano	Irrigado	De secano
	Países desarrollados					
CSIRO	-5,7	-4,4	-5,3	-13,1	-5,5	-3,9
MIROC	-12,3	-29,9	-13,3	-12,8	-11,6	-9,0
En desarrollo						
CSIRO	-3,9	-0,8	-9,8	-1,1	-10,2	-4,2
MIROC	-5,3	-3,5	-11,9	0,1	-13,4	-10,4
En desarrollo, con bajos ingresos						
CSIRO	-3,1	-3,1	-9,8	-0,6	-10,1	-11,8
MIROC	-3,4	-0,5	-9,1	1,6	-12,6	-18,0
En desarrollo, con medianos ingresos						
CSIRO	-3,9	-0,4	-9,8	-1,3	-10,2	-3,7
MIROC	-5,3	-4,1	-12,5	-0,7	-13,4	-10,0
Mundo						
CSIRO	-4,2	-2,0	-9,5	-1,1	-9,9	-4,1
MIROC	-7,2	-12,0	-12,1	0,1	-13,2	-9,9

Fuente: Nelson et al. (2010). Nota: Estos resultados corresponden al escenario A1B en el que se supone una concentración atmosférica de 369 ppm.

será causado por un incremento en la frecuencia de los huracanes, que se han vuelto mucho más frecuentes en las últimas cuatro décadas y, en especial, durante la primera década de este siglo.

Las estimaciones de los rendimientos de granos y oleaginosas en Argentina (ECLAC, 2010) no muestran grandes impactos hasta 2050, particularmente si se consideran los efectos de la fertilización carbónica, pero podría haber cambios en la geografía de la producción, algunos problemas sanitarios podrían intensificarse y los suelos podrían lixiviar grandes cantidades de carbono orgánico como resultado del cambio climático en combinación con el monocultivo. Quizá más impactos negativos se sientan en ciertas zonas de Mendoza y en el norte de la Patagonia, que actualmente son importantes productores de frutas y verduras, debido a disminuciones proyectadas en la precipitación pluvial y la reducción del agua superficial y subterránea para riego.

Para Chile, las estimaciones de la CEPAL (ECLAC, 2010) señalan que habrá reducciones en la productividad del trigo y de la uva en el norte del país, pero que habrá mejoras en la parte sur. La poca disponibilidad de agua para riego en el futuro en la parte norte explicaría la tendencia a la baja de la productividad agrícola en esta región, lo cual generará un nuevo patrón de uso del suelo.

En general, la CEPAL (ECLAC, 2010) pronostica un futuro a largo plazo en el que, entre otras cosas, habrá más presión sobre los recursos hídricos debido a los cambiantes patrones pluviales y el deshielo de los glaciares; la reubicación de las actividades agrícolas hacia áreas más frías a mayores altitudes y hacia la parte sur de Suramérica; impactos en la salud humana debido a la propagación de plagas, enfermedades contagiosas y otros efectos de los cambios en los patrones de precipitación y disponibilidad de agua; impactos en las zonas costeras por el aumento en el nivel del mar, que podría conducir a más inundaciones costeras y más erosión, daños a la infraestructura y edificios, y pérdidas en ciertas actividades, como el turismo en el Caribe; pérdidas potencialmente significativas de la biodiversidad y reducciones en los servicios ambientales, incluido el reemplazo gradual de los bosques tropicales por sabana en la región de la Amazonia (con impactos mundiales significativos); y fenómenos extremos más frecuentes y más intensos. Se proyecta que estos efectos sucederán principalmente hacia finales de este siglo y dependerán de que haya incrementos significativos en la temperatura mundial (por encima de 2 °C).

Hasta ahora, la discusión se ha centrado en las tendencias a largo plazo. Sin embargo, uno de los aspectos de importancia más inmediata para la agricultura es la volatilidad a más corto plazo

que existe en torno a las tendencias a largo plazo (Jarvis, 2012). El calentamiento de la atmósfera al parecer ya ha aumentado la frecuencia de los fenómenos extremos a nivel mundial (Hansen et al., 2012). Esta mayor volatilidad, junto con una mayor frecuencia de fenómenos extremos, podría ser el efecto más importante del cambio climático que habría que considerar ahora, teniendo en cuenta que se estima que podría haber, durante varias décadas, consecuencias potencialmente negativas para los rendimientos debido a los incrementos en la temperatura promedio (tendencia a largo plazo).<sup>50</sup> Los fenómenos meteorológicos extremos, como las sequías y las inundaciones, también están llamando la atención hacia el tema más inmediato del manejo del agua y el estrés hídrico, que están cobrando importancia en varias regiones de ALC.

### Algunos comentarios finales

Estos sucesos requerirán grandes esfuerzos de adaptación, así como también, actividades de mitigación relacionadas con el sector agrícola de ALC. En vista de todas las incertidumbres que surgen al calcular los impactos potenciales del cambio climático en la agricultura, al parecer es de importancia crucial continuar trabajando en el concepto de eco-eficiencia que el CIAT ha aplicado en su labor desde hace algún tiempo. Esta idea, que comenzó en el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible y en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrada en 1992 en Río de Janeiro, Brasil, hace un llamado a “crear más bienes y servicios, con un uso cada vez menor de recursos, desperdicio y contaminación”. La investigación del CIAT ha aplicado este concepto, haciendo énfasis en que “la agricultura eco-eficiente mejora los medios de vida al aumentar la productividad y minimizar los impactos ambientales negativos mediante un uso más sensato a nivel económico y ecológico de los recursos” (ver CIAT, 2012) (más sobre este tema en la siguiente sección). La posibilidad de aplicar enfoques eco-eficientes también amerita que se le preste más atención a las negociaciones mundiales sobre el cambio climático, que deben incluir la agricultura, y la posibilidad de que los pequeños productores en los países en desarrollo reciban financiación adecuada para la adaptación y créditos adecuados para las actividades de mitigación.

## Dimensión estratégica 6: Tecnología



Dispositivo GPS usado por CIAT en su proyecto de agricultura específica por sitio en Colombia (CIAT © 2010).

### Algunos avances tecnológicos relevantes

Durante los años sesenta y setenta, los países desarrollados y los centros internacionales realizaban I&D agrícola que posteriormente era adaptada por los INIA establecidos en diferentes países de ALC. La formación de capital humano y las estructuras institucionales estaban organizadas en distintos compartimientos de las disciplinas tradicionales relacionadas con la I&D agrícola. En la actualidad, se están generando tecnologías agrícolas potencialmente disruptivas por fuera de la I&D tradicional. Algunas de ellas son el resultado de la integración o convergencia entre disciplinas, lo cual ha planteado un reto para los “silos” establecidos dentro de las organizaciones y los conocimientos científicos. Esta tendencia hacia la convergencia de las ciencias biológicas (incluidas las relacionadas con la agricultura) con la física, química, ciencias de la computación, matemáticas e ingeniería, está llevando al surgimiento de nuevas áreas de investigación interdisciplinaria que abordan una amplia gama de problemas científicos y sociales, y está teniendo impacto en la I&D agrícola. En un informe reciente, el Comité Estadounidense sobre una Biología Nueva para el Siglo XXI (en adelante denominado “el Comité”) (NRC, 2009) se pronunció a favor de un nuevo enfoque cuya esencia es “la integración – reintegración de las numerosas subdisciplinas biológicas, así como la integración en la biología, de físicos, químicos, científicos de la computación, ingenieros y matemáticos, a fin de crear una comunidad de investigación con la capacidad de

<sup>50</sup> Asimismo, si los efectos de la fertilización con CO<sub>2</sub> se materializan, el impacto del cambio climático podría ser menor, o hasta positivo, para algunos cultivos y ciertas regiones. Por otro lado, la mayoría de los cálculos no consideran el impacto potencial de la difusión de plagas y pestes, y de los incrementos en el nivel del mar debido al cambio climático, todo lo cual tendría efectos negativos en la agricultura de ALC.

abordar una amplia gama de problemas científicos y sociales. La integración de los conocimientos de muchas disciplinas permitirá entender mejor los sistemas biológicos, lo cual a su vez conducirá tanto a soluciones basadas en la biología para los problemas sociales como a una retroalimentación que enriquecerá a las diferentes disciplinas científicas que aportan nuevos conocimientos” (NRC, 2009).

De igual manera, el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, 2011) describe una “Tercera Revolución” que combina la primera revolución (vinculada con la biología molecular y celular que ayuda a entender las células a nivel molecular, es decir, el “hardware”) con la segunda revolución (el estudio del genoma completo de un organismo, lo cual permite entender lo que determina los procesos celulares, es decir, el “software”); al mismo tiempo, ambas revoluciones convergen con la ingeniería y la física. Estas dos últimas disciplinas han sido alteradas por los avances de la tecnología de la información, los materiales, el proceso de imágenes, la nanotecnología, la óptica y la física cuántica, así como por los avances de computación, modelación y simulación (MIT, 2011). Esta convergencia, o integración, hace posible predecir y controlar, con mayor detalle, las actividades de los sistemas biológicos. Este tipo de convergencia requiere que haya no solo una colaboración entre las disciplinas, sino también —y lo que es más fundamental— una verdadera integración disciplinaria (MIT, 2011). Este nuevo paradigma plantea un reto a las estructuras organizacionales existentes y a los actuales modelos de financiación e inversión en la ciencia. El Comité (NRC, 2009) ha sugerido que es necesario organizar la labor de la “Nueva Biología” en torno a los cuatro principales retos mundiales: **(1) generar plantas alimenticias que se adapten y crezcan de manera sostenible en ambientes variables; (2) entender y sostener las funciones y biodiversidad de los ecosistemas frente a los rápidos cambios; (3) expandir las alternativas sostenibles frente a los combustibles fósiles y (4) entender la salud de las personas a nivel individual.**

Aunque los cuatro retos tienen implicaciones para la I&D agrícola, aquí resaltamos las oportunidades que la Nueva Biología puede ofrecer a la agricultura, tal y como se detalla en el informe del Comité (NRC, 2009):

**a) Entender el crecimiento de las plantas**

Integrar la investigación en ciencias biológicas con la ciencia física, la ingeniería, la ciencia de la computación y las matemáticas facilitará el desarrollo de modelos del crecimiento de las plantas

incluyendo sus detalles celulares y moleculares, un conocimiento que todavía no existe. Con esta información, más un catálogo adecuado de la biodiversidad vegetal, será posible realizar cambios genéticos dirigidos que generen cultivos nuevos y bien adaptados a sus entornos. Esto permitirá desarrollar, de forma mucho más rápida y menos costosa, variedades de plantas con características deseadas.

**b) Mejoramiento con base en la información genética**

La secuenciación del genoma vegetal, su análisis y los avances de la bioinformática permitirán a los mejoradores identificar, mediante el mapeo cuantitativo, los genomas y genes asociados a características específicas y deseables. Posteriormente, será posible identificar y catalogar millones de progenies y conservar solo aquellas que poseen las características deseadas, sin necesidad de aplicar los dispendiosos métodos tradicionales que evalúan las plantas después de un ciclo biológico completo. Este método agilizará en gran medida el proceso de fitomejoramiento con características deseables nutricionales y de otra índole, y permitirá desarrollar plantas que crezcan y prosperen bajo diferentes condiciones locales y distintos factores de estrés. Otras de sus aplicaciones se relacionan con un mejor uso de cultivos no alimenticios y materiales orgánicos para producir bioenergía.

**c) Ingeniería genética y transgénica de los cultivos**

Si bien esto ya está sucediendo, con un conocimiento más profundo de los procesos de crecimiento y un mapeo más detallado de la biodiversidad, se expandirá la posibilidad de realizar “el diseño de cultivos o productos”. Algunas de estas opciones, como el mejoramiento del valor nutricional de los cultivos, ya han sido implementadas. El Comité también menciona otras posibilidades: por ejemplo, el potencial de transferir las capacidades fotosintéticas C4 a cultivos que normalmente utilizan la fotosíntesis C3 convencional, lo cual incrementaría las tasas fotosintéticas en la mayoría de los cultivos alimenticios del mundo.

**d) La biodiversidad, la sistemática y la genómica evolutiva**

Las nuevas tecnologías utilizadas en el procesamiento de información, producción de imágenes y secuenciación de alto rendimiento, entre otras, ayudarán a generar un conocimiento

más profundo de la diversidad vegetal y la biología evolutiva, lo cual, a su vez, facilitará la identificación de genes y rasgos que se pueden usar para fortalecer los cultivos existentes o desarrollar otros nuevos. En el informe del Comité (NRC, 2009), se utiliza el símil de “construir una bodega de piezas bien surtida, con un sistema de control de inventario que rápidamente localice exactamente la pieza correcta”.

#### e) *Los cultivos como ecosistemas*

La meta es entender la vinculación de la productividad y el crecimiento de las plantas con el complejo ecosistema del cual forman parte, el cual incluye diferentes parámetros ambientales (temperatura, humedad y luz), parámetros biológicos (virus, bacterias, hongos, insectos, aves y otros animales) y otros factores que interactúan entre sí (como el suelo y las complejas comunidades microbianas que en él habitan).

Si bien el Comité se centró en temas biológicos, la convergencia en las disciplinas también está sucediendo en otras áreas como la ingeniería, la producción de imágenes, las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), el posicionamiento global y la computación, todo lo cual incrementa la eficiencia y la productividad, al tiempo que reduce los costos al permitir una distribución más precisa del agua y los nutrientes mediante la agricultura y el riego de precisión. Los sensores y las TIC también permiten una vigilancia rutinaria y más rápida de plagas y enfermedades, y además mejoran la capacidad de pronosticar patrones meteorológicos. A un nivel diferente, otros avances tecnológicos que tienen implicaciones para la agricultura incluyen: (a) la recopilación, análisis y difusión de datos complejos (*big data*), utilizando sistemas basados en la nube, un mejor software de exploración de datos y las redes sociales (que pueden facilitar la producción de información altamente especializada para diferentes regiones, productos y agricultores); (b) fabricación aditiva o impresiones en 3D (que permitirían el desarrollo de productos hechos a la medida a bajo costo) y la generación de materiales nuevos que respalden esa tecnología; (c) mejoramiento del uso de la energía solar (que, entre otras cosas, puede reducir los costos de funcionamiento de los sistemas de riego y otros equipos) y (d) avances en las tecnologías utilizadas

en la salud humana que se puedan aplicar en la producción agropecuaria.

#### Temas institucionales y de políticas

Esas tendencias tecnológicas y otros avances actuales están cambiando el contexto en que los INIA y la investigación, el desarrollo y la innovación (I&D&I) de ALC ahora tienen que operar. En primer lugar, la “Nueva Biología” requiere que se realicen cambios institucionales para asegurar la coordinación en todas las disciplinas. Esto no necesariamente significa que hay que poner a los científicos y expertos en una misma estructura institucional, pero sí implica establecer nuevas formas organizacionales de colaborar utilizando infraestructuras avanzadas de comunicación e informática (NRC, 2009). La integración de disciplinas también requiere de colaboración entre las instituciones de I&D de los sectores público y privado que trabajan a diferentes niveles en proyectos específicos. Este enfoque también requeriría nuevas formas de financiación (NRC, 2009; MIT, 2011). Dado que exigen más de los científicos agrícolas, las áreas de investigación avanzada requerirán un esfuerzo significativo en la formación de capacidades y la integración interdisciplinaria en ALC y otros países en desarrollo, y también plantean importantes retos institucionales. En especial, los INIA deben fortalecer su gestión del recurso humano y financiero, al tiempo que se posicionan mejor dentro de las políticas y estructuras más generales de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Además del hecho de que las ciencias biológicas, la ingeniería y la tecnología de la información parecen estar entrando en un nuevo paradigma de convergencia o integración, al menos otros tres avances en curso también están exigiendo cambios institucionales sobre la manera de realizar las actividades de I&D. Primero, el sector privado —desde las compañías multinacionales hasta las asociaciones de agricultores— y la sociedad civil también han asumido papeles activos en el desarrollo y la difusión de tecnología agrícola, al tiempo que han surgido nuevos actores públicos (como las universidades), más allá de los INIA (ver, por ejemplo, Gillespie, 2005).<sup>51</sup> En muchos casos, el sector privado tiene una mayor capacidad que los INIA en técnicas modernas como el ADN recombinante,

<sup>51</sup> Gillespie (2005) señala que, si bien la argumentación para la I&D pública sigue siendo fuerte (con base en la naturaleza de los bienes públicos y la presencia de fracasos del mercado), diversos nuevos actores del sector privado, desde las compañías multinacionales hasta las asociaciones de productores, están financiando y realizando actividades de I&D en los sectores agrícola y alimentario.

la transformación genética y la genómica funcional y estructural, aunque esto varía según el país.

Un segundo avance es las múltiples presiones que ahora enfrenta la agricultura, además de aumentar la oferta de alimentos y aliviar la pobreza, que incluyen satisfacer las preferencias específicas de los consumidores, los requerimientos de salud y equidad, y los retos de la sostenibilidad ambiental y el cambio climático. Lo que estas múltiples presiones implican es que la I&D agrícola necesita trascender su enfoque exclusivo en la producción primaria para ahora incluir concatenaciones progresivas y regresivas dentro de la cadena de valor, considerando los puntos de vista de una diversidad de actores sociales.

El tercer avance es darse cuenta de que los problemas que afectan a las sociedades requieren una transición conceptual de enfoques más limitados de I&D hacia un enfoque de innovación, que es un concepto más amplio (Trigo, 2012). Todos estos retos sugieren que una estrategia dirigida a fortalecer la I&D agrícola en la región debe considerar al menos tres niveles (Trigo, 2012). Primero, el nivel nacional de las políticas e instituciones del sistema de innovación; segundo, el sistema general de I&D y transferencia; y tercero, a nivel de fortalecer los distintos INIA. Todo esto implica tener nuevos enfoques organizacionales, especialmente para coordinar a los numerosos actores y redes. Asimismo, en muchos casos, los países de la región no tienen la escala necesaria para emprender, por sí solos, algunas de las actividades de I&D y, por tal motivo, es necesario expandir las redes regionales e internacionales.

Los retos antes mencionados tienen implicaciones no solo para los aspectos organizacionales de la I&D agrícola, sino también para el tema esencial de la financiación de esas actividades. En este sentido, hay dos preguntas que habría que responder: ¿qué nivel de inversión se requiere y cuáles son los mecanismos apropiados de financiación? (Trigo, 2012). En cuanto a la primera pregunta, ya habíamos señalado que las inversiones públicas en la I&D agrícola en la región han incrementado un poco, en especial durante la última década. Sin embargo, las proporciones promedio de ALC todavía se encuentran muy por debajo de los niveles de las naciones desarrolladas, y a unos cuantos países de la región, en particular a Brasil, se le atribuyen muchos de esos aumentos, en tanto que las inversiones han disminuido en los países más

pequeños y más pobres que son los que más necesitan la I&D agrícola.

En cuanto a la segunda pregunta, la mayoría de la financiación procede del sector público y se centra en los INIA (por ejemplo, INIA-Uruguay recibe el 60% de todos los fondos que se invierten en ese país; INTA-Argentina, 59%; y EMBRAPA-Brasil, 57% [Trigo, 2012]). Igualmente, la capacitación del recurso humano se realiza principalmente en los INIA, seguidos por las universidades y otras instituciones de educación superior. Al mismo tiempo, los países han desarrollado varias estrategias en materia de mecanismos de financiación, desde adjudicaciones específicas en el presupuesto nacional hasta fondos interinstitucionales especiales.<sup>52</sup> Estos mecanismos deben asegurar la participación de los actores de los sectores público y privado involucrados mediante esquemas operacionales y estructuras ágiles que permitan integrar los recursos y las capacidades de las instituciones participantes (Echeverría et al., 1996; Trigo, 2012).

## La evolución de la estructura agraria en ALC

La evolución de la estructura agraria y el papel que en ella juega la agricultura familiar es un tema clave. Posiblemente no sea una dimensión estratégica independiente, hasta el punto de que está fuertemente influenciada por otros factores como el crecimiento y el comercio, los avances tecnológicos y las tendencias demográficas. Aun así, amerita que se le considere por separado. Previamente se señaló la heterogeneidad de la estructura agraria en ALC. En especial, se reconoce que la agricultura familiar es un grupo social diverso que tiene diferentes definiciones según el uso de la mano de obra familiar, la extensión de la tierra y otros activos, y los ingresos (Hazell et al., 2010; IFAD, 2010; Lipton, 2005; Nagayets, 2005; Wiggins et al., 2010).

Se ha estimado (Berdegú y Fuentealba, 2011) que, en ALC, la agricultura familiar corresponde a aproximadamente 15 millones de hogares y 400 millones de hectáreas, los cuales se pueden subdividir en agricultores de subsistencia (casi 10 millones para 100 millones de hectáreas), grupos intermedios que tienen acceso a los mercados pero que tienen limitaciones en materia de activos y del contexto que los rodea (4 millones para 200 millones de hectáreas) y agricultores familiares que contratan cierta cantidad de mano de obra permanente (un

<sup>52</sup> Para ver una de las primeras descripciones de los cambios en la financiación de la I&D en ALC, consultar Echeverría et al. (1996).

millón para 100 millones de hectáreas).<sup>53</sup> Otros pequeños productores tienen ingresos que se derivan de otras fuentes distintas a la agricultura, como los aportes del estado o de otros sectores no agrícolas (empleos temporales o informales), lo cual fomenta la migración de zonas rurales a las ciudades. Otros grupos incluyen a productores que generan utilidades de la agricultura. Y, dentro del último grupo de agricultores familiares, algunos se ubican en el límite entre las fincas familiares y la agricultura comercial o corporativa. En general, es complicado cuantificar de forma apropiada la agricultura familiar en ALC debido a la gran heterogeneidad de las condiciones y de los criterios utilizados para clasificarlas. Por ejemplo, al hacer la clasificación, habría que considerar no solo características familiares específicas, sino también la dimensión geográfica, en la que hay que tener en cuenta tanto los temas tradicionales de la calidad de los recursos productivos y el clima, así como los niveles de inversión pública y el respaldo de las políticas en una zona determinada. Debido a esa heterogeneidad, es necesario que se investiguen estas diferencias. Es innegable la importancia que tiene la evolución de la estructura agraria para la planeación estratégica y la toma de decisiones respecto al tipo de tecnologías e innovaciones requeridas para impulsar la productividad y el manejo sostenible de los recursos naturales, especialmente el suelo y el agua.

La evolución de la estructura agraria está estrechamente relacionada con las ventajas relativas de las fincas comerciales o grandes frente a las familiares o pequeñas (Deininger y Byerlee, 2011). Las primeras pueden tener ventajas en cuanto al tamaño, como en el caso de algunos cultivos de plantación, o se benefician de acceso a crédito y mercados. Sin embargo, en general, la producción agrícola a nivel mundial todavía muestra una presencia significativa de fincas familiares y pequeñas. Debido al uso de la mano de obra familiar, estas últimas parecen tener incentivos que les permiten ajustarse mejor a las variaciones locales en la calidad de los recursos naturales, el clima y las condiciones del mercado. La protección del medio ambiente y

la reducción de la pobreza también estarían más asociadas con las fincas familiares.

No obstante, factores recientes podrían afectar la ventaja comparativa tanto de las fincas grandes como de las pequeñas. Deininger y Byerlee (2011) caracterizan esos nuevos factores así: "(a) tecnología nueva que facilita la estandarización y el monitoreo de las operaciones agrícolas; (b) una mayor demanda, por parte del consumidor, de que se establezcan estándares ambientales y sociales y la certificación incluso para productos básicos de bajo valor y (c) un deseo de expandir la siembra a zonas antes no cultivadas, donde la mano de obra escasea debido a la falta de inmigración". Estos factores podrían aumentar las ventajas de las fincas grandes y de la integración vertical de las cadenas de valor. La presencia de operadores de fincas grandes en ALC y África subsahariana está reavivando el debate acerca de las ventajas comparativas de las distintas estructuras agrarias.

Sin embargo, algunas de estas tendencias no necesariamente predisponen la estructura en favor de las grandes fincas. Por ejemplo, las diferentes innovaciones tecnológicas, como la tecnología de la información, no necesariamente tienen un sesgo de escala y pueden ser utilizadas por los pequeños productores para coordinar sus esfuerzos (Deininger y Byerlee, 2011). Asimismo, es fundamental eliminar los sesgos en las políticas, que puedan favorecer a las grandes empresas, como la falta de acceso a la financiación y a los bienes públicos, incluida la I&D agrícola y la infraestructura. Igualmente, es esencial solucionar la gobernanza deficiente de los mercados de tierras, donde los derechos y las escrituras de propiedad de la tierra de los pequeños productores y de las comunidades indígenas no están registrados ni protegidos, y las tierras del Estado no están claramente demarcadas ni adjudicadas, a fin de mantener condiciones que sean equitativas para las fincas pequeñas y familiares (Deininger y Byerlee, 2011). Si se implementaran de manera

<sup>53</sup> Otros estudios incluyen los siguientes: Chiriboga (1997) estimó que en 15 países de ALC hay cerca de 11 millones de hogares (de subsistencia) que controlan el 3% de la tierra. Schejtman y Berdegué (2009) estimaron que hay 7,3 millones de agricultores familiares en Brasil, Chile, Colombia, Honduras, México, Paraguay y Perú. Soto Baquero et al. (2007) llegaron a la conclusión de que hay 11 millones de hogares en Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Nicaragua, que controlan del 30 al 60% de la tierra. Estos autores identifican tres niveles diferentes: los agricultores de subsistencia (7 millones de unidades y 63 millones de ha), los agricultores en transición (3 millones de unidades y 43 millones de ha) y los productores establecidos (1 millón de unidades y 29 millones de ha). Sin embargo, Schejtman (2008) sumó los datos de seis países (Argentina, Bolivia, Guatemala, Paraguay, Perú y Uruguay) y dedujo que la región tiene 14 millones de unidades de fincas familiares, de las cuales aproximadamente el 60% son productores de subsistencia, 28% son pequeños productores en transición y 12% son productores establecidos.

adecuada los estándares ambientales y sociales, esto también ayudaría a mantener vigoroso el sector de la agricultura familiar. Las comunidades locales también necesitan información acerca de sus derechos y de los mecanismos requeridos para hacer cumplir los contratos.

Los escenarios futuros dependerán no solo de las ventajas competitivas inherentes de las fincas familiares o pequeñas, basadas en la mano de obra familiar y los saberes locales, sino también de las políticas públicas que monitorean la concentración de la tierra y protegen a los agricultores del “acaparamiento de tierras”, al tiempo que definen e implementan programas públicos adecuados para apoyar a los pequeños productores y las fincas familiares. Estas políticas públicas incluirían no solo la eliminación de tendencias que van en contra de los pequeños productores, respecto a los mercados locales de tierra, mano de obra e insumos

(incluido el crédito), sino también asegurarían que la actual “revolución de los supermercados” permita que se integren los pequeños productores mediante la estandarización de contratos y un mayor apoyo público a los acuerdos público-privados y las cooperativas. Asimismo, serán necesarios más fondos para realizar I&D&I pública para apoyar a las fincas pequeñas y familiares, la diversificación de las actividades agropecuarias y la I&D agrícola enfocada en la mitigación y la adaptación. Las políticas e inversiones del sector público pueden reducir la incidencia de los fracasos del mercado y de coordinación, lo cual conducirá a una mayor convergencia de los esfuerzos de I&D y una mejor forma de abordar los distintos tipos de problemas y productores. Quizás lo más importante es la necesidad de que los proveedores de tecnología e innovación agrícola sean cuidadosos en seleccionar su audiencia objetivo y futuros usuarios.

# Retos para la agricultura y la I&D en ALC



Caña de azúcar y soya en los Llanos Orientales de Colombia (CIAT © 2011).

Las conclusiones que aquí se presentan son afirmaciones relativamente generales, en línea con la índole general de este ejercicio. Se espera que este documento sea de utilidad para tomadores de decisiones de los sectores público y privado interesados en realizar análisis más detallados a nivel de subregiones, zonas ecológicas, países, cadenas de valor agrícolas y productos específicos. Estos ejercicios específicos pueden expandir y profundizar las implicaciones para la planeación estratégica de la I&D agrícola en ALC que aquí solo hemos resumido.

## Una doble función y un enorme reto: La necesidad de aumentar las inversiones en I&D

El análisis histórico ha demostrado que ALC, en su conjunto (aunque con variaciones según el país), ha superado, en cierto grado, el crecimiento mundial en la disponibilidad de alimentos (medida en calorías, proteínas y grasas per cápita). Asimismo, la producción agrícola de la región (valorada en términos constantes) incrementó su participación en la producción mundial de casi 10% en los años sesenta a aproximadamente 13% en la primera década después del 2000; logrando que su producción sea un poco mayor que la de la Unión Europea o de Estados Unidos y Canadá juntos, y ha superado la de la India en casi un 30%. Al mismo tiempo, entre 2000 y 2010, ALC se convirtió en la principal región exportadora neta de alimentos del mundo, principalmente a causa (aunque no

exclusivamente) de los superávits comerciales netos generados por Brasil y Argentina. En su papel como la principal exportadora neta de alimentos del mundo, ALC juega un papel esencial en la estabilización de los precios y la oferta de alimentos a nivel global, lo cual ha ayudado a la seguridad alimentaria mundial. Las simulaciones cuantitativas tienden a confirmar que la región seguirá siendo una región exportadora neta, contribuyendo así a la seguridad alimentaria mundial en las próximas décadas.

Estos avances notables de la agricultura de ALC, aunque fueron impulsados en parte por una mayor productividad, también fueron el resultado de una expansión significativa del área agrícola durante los últimos 50 años. La región ha contribuido una tercera parte del incremento en las tierras agrícolas (de cultivo y pasturas) del mundo desde los años sesenta y se le atribuyen dos terceras partes de la deforestación mundial de 1990 a 2010. No es de sorprender que estos cambios en el uso de la tierra contribuyan más a las emisiones de GEI en ALC que cualquier otra fuente, aunque cabe señalar que las emisiones en la región son comparativamente bajas.

Estas tendencias son inquietantes, considerando que el rápido cambio en el uso de la tierra está presionando la otra función de ALC, es decir, su papel como el mayor proveedor de bienes ambientales globales (incluidos la biodiversidad y el oxígeno) del mundo en desarrollo. Según los índices generados por el Instituto Mundial de Recursos, de los diez países del mundo que tienen la mayor biodiversidad, seis están en ALC (entre ellos, los dos que más tienen, Brasil y Colombia). Asimismo, la región es el centro de origen y de diversidad de muchos cultivos de primera necesidad (como frijol, yuca y maíz).<sup>54</sup>

La tendencia al cambio en el uso de la tierra que ha apoyado a la producción y exportaciones agrícolas y alimentarias de ALC no puede continuar sin causar graves efectos negativos en la forestación, la biodiversidad, el agua, la generación de oxígeno y otros “bienes públicos” ambientales mundiales que se producen en la región.

<sup>54</sup> El banco de germoplasma del CIAT, así como su experiencia y capacidad en las ciencias biológicas avanzadas y en su aplicación a los cultivos, constituye una ventaja regional, pues cuenta con un portafolio de avances estratégicos en las ciencias agrícolas y biológicas, la tecnología y la innovación, que se pueden aplicar o extrapolar a otras regiones como África subsahariana y el suroeste de Asia.

En resumen, ALC juega un doble papel mundial. Por un lado, es un componente clave de la seguridad alimentaria mundial, ya que proporciona el mayor margen de exportaciones netas de alimentos del mundo, con lo cual ayuda a estabilizar los precios y los volúmenes mundiales (un papel que, según todas las proyecciones, la región continuará desempeñando en el futuro). Por otro lado, también es un importante proveedor de bienes ambientales a nivel mundial. La agricultura y la producción de alimentos de la región se ubican en la intersección de estos dos papeles, y existen ventajas y desventajas significativas entre ellos. ALC tiene que responder a retos ambientales y socio-económicos nacionales; al mismo tiempo, tiene que ser un proveedor eco-eficiente de alimentos y productos agrícolas a nivel mundial, y su desempeño es crucial para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental en el mundo.

Se ha señalado que la productividad y las inversiones en I&D en ALC parecen situarse en el rango medio a nivel mundial, pues están por debajo de las de los países desarrollados e incluso de algunos países en desarrollo. Los diferentes indicadores utilizados, como la inversión, las proporciones de intensidad, las patentes y las publicaciones relacionadas con la I&D agrícola, sugieren que se requiere un mayor esfuerzo en esta área para enfrentar los retos de ALC, lo cual tiene implicaciones regionales y globales para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. En este aspecto, cabe recordar que normalmente se necesitan entre 15 y 20 años para generar innovaciones en la agricultura y que los beneficios pueden evolucionar durante 20 o 30 años antes de empezar a decaer. Si se retrasan las inversiones en la I&D, estos beneficios tardarán más en materializarse (Pardey, 2012). Por tanto, una de las implicaciones de este análisis es que, para que ALC pueda asumir efectivamente ese importante doble papel a nivel mundial, es necesario que las inversiones en la I&D, por parte tanto de los gobiernos nacionales como de la comunidad internacional, aumenten a lo largo de toda la cadena agrícola y alimentaria de la región. La proporción promedio de la intensidad de la I&D agrícola, que actualmente se sitúa en apenas 1% del PIB agrícola, deberá duplicarse, como mínimo. De lo contrario, uno de los dos papeles que ALC asume, es decir, como pieza clave de la seguridad alimentaria mundial y como proveedor clave de bienes públicos ambientales y mundiales, se verá afectado.

## **El terreno cambiante de la agricultura y las prioridades de la I&D: Más que cultivos de primera necesidad**

En la agricultura de ALC han ocurrido cambios sobre un trasfondo de grandes inequidades en la tenencia de la tierra, donde las pequeñas fincas se han fragmentado aún más y las grandes se han expandido; todo esto está ocasionando que desaparezcan las fincas familiares y las comunidades locales que tienen estructuras y saberes tradicionales sobre producción. Los conflictos relacionados con la tierra continúan y, en ciertos países, se mezclan con la violencia de las guerrillas y el narcotráfico. Una mayor concentración en los niveles superiores de la estructura agraria de ALC, junto con una mayor fragmentación en los niveles inferiores, está causando divergencias en los esfuerzos de I&D de los sectores público y privado. Por tal motivo, los niveles tecnológicos, dentro y entre los países y en los grupos de productores, pueden variar de manera significativa. Asimismo, la producción agrícola se ha diversificado, lo cual se ve reflejado en los cambios ya mencionados en la estructura de los productos de exportación. Otra clara diferencia en la estructura de la producción agrícola de ALC, en comparación con las de otras regiones desarrolladas y en vías de desarrollo, es la importancia de la ganadería.

Otros actores de la producción, el procesamiento y la comercialización agrícolas también han experimentado cambios importantes en la provisión de tecnologías e insumos, en los sectores de procesamiento de las cadenas de valor agrícolas y alimentarias, y en la creciente importancia de los supermercados. Los cambios en la agricultura de la región son impulsados principalmente por el sector privado —desde los agricultores hasta las grandes empresas productoras de insumos agrícolas que procesan y comercializan productos agrícolas y alimenticios. El sector privado actúa según enfoques del mercado con base en estimaciones de los costos y beneficios. Este sector no le pondría precio a las externalidades ni consideraría otros objetivos sociales si no hubiera políticas públicas, instituciones e inversiones adecuadas en la I&D agrícola y otras áreas.

Otro aspecto que habría que considerar es que, en las últimas décadas, la pobreza en ALC ha disminuido y se ha concentrado en los centros urbanos, a medida que las poblaciones rurales y los empleos del sector agrícola han ido decayendo de manera significativa.

El papel de las mujeres en los mercados agrícola y rural también ha pasado por diversas situaciones a lo largo de toda la cadena alimentaria, dependiendo de los países y los productos. Al mismo tiempo, aunque el hambre también ha disminuido, la región enfrenta una “doble carga” de desnutrición, en la que la nutrición insuficiente (si bien es menor que en décadas pasadas) coexiste con el consumo excesivo de azúcares, grasas y sal, lo cual conduce a enfermedades crónicas como diabetes e hipertensión arterial.

En vista de las diversas y cambiantes estructuras agrarias y mercados de alimentos, así como la urbanización de la pobreza en ALC y la “doble carga” de la desnutrición, la I&D agrícola en la región enfrenta retos complejos: para poder abordar los problemas más apremiantes de la seguridad alimentaria mundial, la nutrición y la sostenibilidad ambiental que afectan a la región, es necesario que la I&D amplíe su alcance más allá de los cultivos básicos que los pequeños agricultores producen. Los temas más relevantes para ALC (región donde muchos de estos temas coinciden) incluyen una producción pecuaria sostenible (considerando su importancia en la estructura de producción de ALC, como ya se señaló), la agroforestería y la producción frutícola y hortícola. Los esfuerzos de I&D en la región deben dedicar particular atención a estas actividades. En primer lugar, se requiere una mejor comprensión de cómo están cambiando los sistemas alimentarios, y por ende, cuáles son los nuevos modelos y políticas que pueden mejorar el acceso urbano equitativo a los alimentos nutritivos e inoocuos por un lado, abasteciendo a su vez mercados sólidos de exportación en progreso con productos alimenticios sostenibles y competitivos por otro lado.

## **Junto con los escenarios de alto crecimiento y gran demanda, también hay que considerar otros escenarios futuros menos optimistas**

Al avanzar hacia el futuro, existen grandes incertidumbres relacionadas con el crecimiento del PIB, el envejecimiento de la población, los cambios en los patrones de consumo, el impacto del cambio

climático y los retos institucionales a nivel mundial, regional y nacional. Sin embargo, muchos escenarios tienden a proyectar un mundo con altas tasas de crecimiento económico en el que existe una fuerte demanda de alimentos y productos agrícolas, lo cual conduce a precios más altos de los alimentos, en términos reales.<sup>55</sup> Pese a esto, los análisis de las dimensiones y los escenarios estratégicos indican que ciertas combinaciones de eventos podrían llevar a una expansión menos rápida de la demanda y, en consecuencia, los precios reales serían inferiores a los proyectados. Por otro lado, este menor crecimiento podría tener ciertas consecuencias positivas: la presión sobre los bosques de ALC probablemente disminuiría y el actual proceso de concentración de tierras se desaceleraría, lo cual abriría nuevas oportunidades para la expansión de las fincas pequeñas y familiares.

En general, aunque es apropiado utilizar las proyecciones de precios altos y gran crecimiento como punto de referencia, también sería prudente considerar (y procesar cuantitativamente) escenarios menos optimistas. En estos escenarios, una lenta recuperación de la actual crisis financiera mundial y el agotamiento de fuentes clave de crecimiento en las últimas décadas se combinan con conflictos comerciales y financieros y con tensiones geopolíticas que socavan la integración económica a nivel mundial, así como con un menor consumo de alimentos como resultado del envejecimiento de la población, y un movimiento serio dirigido a abordar el desperdicio de alimentos y la preocupación por la salud y la nutrición.

Desde luego que las proyecciones que sugieren que habrá un menor crecimiento de la demanda de alimentos también podrían enfrentar, en el futuro, una respuesta más restringida en materia del abastecimiento, si los eventos causados por el cambio climático resultan ser más negativos de lo que se prevé en la actualidad, o si las promesas tecnológicas de la nueva convergencia de las ciencias no se materializa. En ese caso, las proyecciones de que habrá una menor demanda podrían ser contrarrestadas por respuestas mediocres en el abastecimiento y, como resultado, los precios podrían seguir siendo altos.

<sup>55</sup> Como ya se ha señalado en otros lugares (Díaz-Bonilla y Ron, 2010; Díaz-Bonilla, 2011), una parte de los incrementos de precios está relacionada con la devaluación del dólar estadounidense, moneda en la que normalmente se cotizan los precios de los productos básicos (*commodities*). Si los precios se presentan en una medida más estable de valor, como el Derecho Especial de Giro, la moneda compuesta que utiliza el FMI, los aumentos en los precios nominales que han ocurrido en años recientes claramente son menores que los que resultan cuando los precios de los productos básicos se cotizan en dólares estadounidenses.

## **La I&D agrícola en ALC debe considerar el nexo energía-agricultura en general, incluidos los biocombustibles, pero desde una perspectiva más amplia**

En general, al examinar el tema de la energía y la agricultura, el punto principal parece ser los biocombustibles y la competencia entre el alimento humano, el alimento animal y el combustible (en especial en el caso de los biocombustibles derivados del maíz o de la soya). Las recomendaciones normales respecto a la I&D se enfocan en encontrar materia prima no alimentaria para producir biocombustibles (como el uso de materiales lignocelulósicos y otras fuentes no comestibles en la segunda y tercera generación de biocombustibles) (ver, por ejemplo, NRC, 2009). Otro punto primordial es el uso y el reciclaje de biomasa y materiales orgánicos para usarlos como fuentes de energía en la producción agrícola y el desperdicio en las zonas urbanas (arroyos). Otro reto adicional es desarrollar modelos de producción en los que las fincas pequeñas y familiares pueden participar (competitivamente) en la producción agroenergética e integrar esos modelos a estrategias locales de desarrollo (FORAGRO, 2010).

Al mismo tiempo, el análisis realizado en las secciones anteriores sugiere que es necesario expandir el estudio relacionado con la energía y la agricultura para abarcar más que solo biocombustibles y biomasa. Aumentar la eficiencia energética y la captura y el reciclaje de energía en toda la cadena de valor de la producción agrícola, el procesamiento y el transporte es un enfoque de “múltiples beneficios” porque se reducen los costos y las emisiones de GEI relacionadas con las actividades agrícolas y el consumo de alimentos. En un futuro quizá no muy lejano, la obligación de generar esas eficiencias energéticas también podría ser un requerimiento de las políticas públicas o de normas del sector privado (con base en las preferencias de los consumidores) que exigen que se revelen la huella de carbono y la huella energética de los productos alimenticios, con el fin de reducirlas.

De forma más general, es importante monitorear los escenarios mundiales para determinar si el mundo va a experimentar un ciclo parecido al de los años ochenta y noventa, cuando los avances tecnológicos en el campo de la energía y las condiciones macroeconómicas deprimidas hicieron que los precios de los energéticos colapsaran, o si el mundo avanza más bien hacia un escenario donde los precios reales de los energéticos se mantienen a un nivel nunca antes visto en la historia.

En el caso particular de ALC, un factor desconocido importante es la evolución de fuentes de energía no convencionales, como el gas y el petróleo de esquisto (que están empezando a lucir bastante prometedoras). Las respuestas a estas interrogantes, que tienen implicaciones importantes para la producción agrícola, la seguridad alimentaria y la pobreza, el manejo de los recursos naturales y los eventos causados por el cambio climático, requieren una perspectiva más sistemática e integral de los complejos nexos existentes entre la energía y la agricultura.

En cuanto a las prioridades de la I&D agrícola en ALC, existen al menos dos implicaciones. En primer lugar, es fundamental considerar temas energéticos que incluyan a los biocombustibles, pero que vayan más allá de estos. En segundo lugar, las actividades de la I&D deben centrarse también en la eficiencia de la energía, considerando toda la cadena de valor alimentaria, incluidos los consumidores urbanos (y el desperdicio) y no solo a nivel de finca.

## **En cuanto al cambio climático, las preocupaciones más inmediatas son los fenómenos extremos y el estrés hídrico**

Las proyecciones en materia de energía antes mencionadas sugieren que el mundo podría estar avanzando hacia superar la marca de un incremento de 2 °C en la temperatura promedio para el año 2050, lo cual producirá cambios importantes en los patrones climáticos y meteorológicos, que afectarán la producción agrícola y alimentaria. Si bien, obviamente, esta tendencia es inquietante, existe otro problema más inmediato para la agricultura: el hecho de que la volatilidad del clima ha aumentado respecto a la tendencia (Jarvis, 2012), y que el calentamiento de la atmósfera ya está incrementando la frecuencia de fenómenos extremos en todo el mundo (Hansen et al., 2012). Esta mayor frecuencia de fenómenos extremos podría muy bien ser el efecto más importante del cambio climático que habría que considerar ahora, teniendo en cuenta que se prevé que, en las próximas décadas, habrá consecuencias potencialmente negativas para los rendimientos debido a los incrementos en la temperatura promedio. Los fenómenos climáticos extremos, como las sequías y las inundaciones, están dirigiendo la atención al tema más inmediato de una mayor eficiencia en el manejo del agua, que es un asunto fundamental en varios países de ALC. Es necesario abordar el tema del escaso desarrollo de los sistemas de riego en ALC.

A pesar de todas las incertidumbres, un tema que amerita especial atención es cómo manejar y adaptarse a los riesgos que enfrenta la agricultura de ALC. El sector agrícola de la región necesita realizar investigaciones e inversiones enfocadas a adaptar la agricultura al cambio climático, como el desarrollo de nuevas variedades utilizando métodos biotecnológicos y convencionales, a fin de mejorar la adaptación a condiciones altamente variables; fechas de siembra y cosecha diferentes; cambios en las zonas de producción, teniendo en cuenta los cambios de temperatura, la precipitación, la luz diurna y la evolución de plagas y enfermedades; y, en general, mejorar los sistemas de manejo de riesgos. En particular, los fenómenos climáticos extremos, especialmente las sequías e inundaciones, indican que es urgente integrar la resiliencia a los sistemas de producción, incluidos los esquemas mejorados de riego y manejo de agua a fin de lograr un uso más eficiente de ese recurso. Los patrones meteorológicos variables requieren que se fortalezcan los sistemas de alerta temprana y respuesta inmediata.

Sin embargo, la I&D agrícola debe incluir temas tanto de adaptación como de mitigación, considerando que la agricultura y los cambios en el uso de la tierra en ALC contribuyen hasta dos terceras partes de las emisiones de GEI, en contraste con menos de una tercera parte del resto del mundo. Por tanto, a fin de ayudar a mantener las emisiones de GEI a un nivel sostenible, la I&D en ALC debe centrarse en la conservación de los bosques, la recuperación de las pasturas degradadas, el uso de métodos de labranza mínima, el desarrollo de otros sumideros de carbono, una producción pecuaria sostenible (como trabajos de investigación del CIAT lo están demostrando), la reducción de las emisiones en la producción de arroz, un uso apropiado de fertilizantes y el manejo integrado de plagas y nutrientes. Como parte tanto de la adaptación como de la mitigación, la I&D sobre la identificación, uso sostenible y conservación de la biodiversidad también debería ser una prioridad.

### **La importancia de las tecnologías de “múltiples beneficios”**

La sociedad espera que la agricultura y la producción de alimentos enfrenten estos complejos retos de una manera interrelacionada. Por tanto, cualquier método que se utilice para tomar decisiones respecto a la I&D agrícola tiene que considerar aquellas tecnologías que generan “múltiples beneficios”. Por ejemplo, las tecnologías se pueden calificar con base

en varias dimensiones, como: (a) los incrementos en los rendimientos, la eficiencia y la productividad en general; (b) una reducción en el uso de insumos materiales (agroquímicos, agua y energía); (c) apoyo a las fincas familiares y pequeñas, siempre respetando los temas de género, etnicidad y equidad social; (d) fortalecimiento de la resiliencia de los agricultores y las poblaciones rurales vulnerables en distintos escenarios de cambio climático; y (e) reducción de las emisiones de GEI producidas por la agricultura, mientras se incrementa el almacenamiento de carbono en las tierras de cultivo, haciendo un manejo adecuado de los recursos naturales y la biodiversidad, y evitando la contaminación local. Al mismo tiempo, quizá sea necesario considerar otros criterios, como los méritos científicos y los temas programáticos (incluidas la factibilidad y la preparación, la logística y la infraestructura), al tomar decisiones respecto a la I&D agrícola (Popper et al., 2000).

En este sentido, el enfoque de “eco-eficiencia” del CIAT (CIAT, 2013) es una manera útil de evaluar las tecnologías según su capacidad para generar escenarios de múltiples beneficios. La definición y utilización de este tipo de parámetros complejos para decidir entre las opciones de la I&D&I es algo que se sigue trabajando (ver, por ejemplo, Pardey, 2012; y CIAT, 2013). Sin embargo, algunos de los componentes de este enfoque de múltiples criterios finalmente podrían ser impuestos al final por el sector privado, siguiendo las preferencias percibidas de los consumidores (como la huella de carbono, el uso de energía, el impacto en la biodiversidad, enfoques de comercio justo, etc.).

A este respecto, el CIAT publicó un estudio sobre la “eco-eficiencia” (CIAT, 2013), en el que se plantean los distintos caminos que se pueden tomar para obtener objetivos múltiples: (a) incrementar la productividad utilizando menos insumos de todo tipo, incluidos el agua y la energía, y con un manejo adecuado de los recursos naturales (ver Keating et al., 2013); (b) apoyar a los pequeños productores, respetando los temas de género y equidad social; (c) fortalecer la resiliencia de los agricultores y de la población rural vulnerable frente al cambio climático; y (d) reducir las emisiones de GEI producidas por la agricultura, aumentando al mismo tiempo el almacenamiento de carbono en las tierras de cultivo.

Por tanto, desde la perspectiva de la I&D&I de la tecnología agrícola, al fomentar la eco-eficiencia, hay que considerar tecnologías de “múltiples beneficios”,

es decir, en las que varios de los múltiples objetivos se pueden alcanzar de forma paralela, utilizando una determinada tecnología o paquete tecnológico. Un asunto clave es cómo establecer parámetros adecuados que puedan capturar y ordenar este enfoque multidimensional. Para identificar las tecnologías más prometedoras, es necesario aplicar nuevas herramientas y conceptos, como el análisis del ciclo de vida de los productos, las cadenas verdes de valor y la medición de la huella de carbono, utilizando métodos que se basan en la investigación participativa, el intercambio dinámico de conocimientos y el fortalecimiento de capacidades (CIAT, 2012). Además, es probable que las decisiones finales respecto a la I&D agrícola se basen en méritos científicos (como el potencial para lograr mayores avances tecnológicos) y en temas programáticos (como la factibilidad y la preparación, la logística y la infraestructura, y el compromiso asumido por la comunidad científica).<sup>56</sup>

## **La reducción del desperdicio y la I&D agrícola**

La FAO (2011) estima que quizá hasta un 30% de los alimentos mundiales en la actualidad se pierden o se desperdician. El Informe Foresight (2011a) señala que el desperdicio de alimentos y el impacto que esto tiene en la producción y el consumo de alimentos tienden a ser del 30–40%, pero no existen muchos estudios detallados de todos los productos y países. Es necesario realizar más análisis de estos temas (ver Reardon et al., 2012) a fin de establecer las cantidades de alimentos que se desperdician en las cadenas de valor alimentarias, así como las fuentes y las principales causas del desperdicio.

No obstante, es apropiado incluir la reducción de las pérdidas de cultivos y del desperdicio de alimentos como una de las prioridades de la I&D. Como se planteó anteriormente, las causas del desperdicio y el lugar que ocupan en la cadena alimentaria difieren significativamente entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo. En el caso de los primeros, esto ocurre más bien a nivel del usuario final (y tiene que ver, en muchos casos, con los estándares del sector privado y las preferencias de los consumidores). En tanto que en el segundo caso, estas pérdidas suceden mayormente entre la cosecha

y el procesamiento (usualmente debido a la falta de infraestructura) (ver Foresight, 2011e).

Desde luego que gran parte de este desperdicio se podría evitar como resultado de las decisiones tomadas por el sector privado (principalmente a nivel de la cadena alimentaria, más allá de la finca y más cerca del consumidor final) o de las inversiones del sector público que no tienen relación alguna con la I&D agrícola como tal. Estas intervenciones no relacionadas con la I&D pueden incluir mejoras en infraestructura (almacenamiento en frío, transporte), mejores pronósticos de la demanda y del clima, la educación del consumidor y cambios en los estándares (para evitar que los alimentos comestibles se desechen solo por su apariencia externa). Muchas de estas intervenciones no están necesariamente relacionadas con la I&D agrícola como se la interpreta normalmente; sin embargo, existen distintos procesos pre y poscosecha en los que la I&D agrícola tiene relevancia, como la reducción de la incidencia de plagas o el mejoramiento de los equipos y prácticas de almacenamiento. Si el esfuerzo por reducir el desperdicio es fuerte y tiene éxito, esto podría reducir la necesidad de incrementar la producción global en los porcentajes que usualmente se estiman.

## **La I&D agrícola debe seguir de cerca los cambios en las preferencias de los consumidores y las políticas públicas referentes a la salud**

Un claro imperativo que surge de las preferencias de los consumidores es la necesidad de generar productos alimenticios sanos, inocuos y de alta calidad. Las actividades de la I&D agrícola deben incorporar estos temas. Al establecer los estándares, es necesario considerar la posibilidad de que los pequeños productores participen en esos mercados, la necesidad de evitar el desperdicio y la necesidad de contar con normas sanitarias que se apliquen en los mercados tanto de exportación como nacionales.

Asimismo, anteriormente se argumentó que quizá fuera necesario utilizar múltiples criterios en la toma de decisiones acerca de las prioridades de la I&D. La definición de parámetros complejos y su utilización para decidir entre las opciones de la I&D es algo que

<sup>56</sup> Por ejemplo, Popper et al. (2000), al examinar el contexto de las prioridades de la I&D en el sistema federal de los Estados Unidos, consideran un enfoque al que llaman “ponderaciones alternativas”, que tienen en cuenta tres bloques de categorías generales: “mérito científico”, “beneficios sociales” y “temas programáticos”. Cabe señalar que existen otros subcriterios dentro de cada una de estas categorías.

todavía se está llevando a cabo. Sin embargo, el sector privado podría imponer, finalmente, algunos de los componentes de ese enfoque de múltiples criterios, según las preferencias percibidas de los consumidores como, por ejemplo, la huella de carbono, el uso de energía, el impacto en la biodiversidad, los enfoques de comercio justo y otros temas similares. El deseo que los consumidores tienen de la novedad puede satisfacerse generando especies y variedades poco conocidas, que ahora son producidas por los agricultores tradicionales y consumidas en los mercados locales. Los esfuerzos de la I&D bien enfocados pueden ayudar a crear mercados de especialidad para esos productos en los que los pequeños productores pueden participar.

La creciente urbanización de ALC, y el hecho de que el número de la población de escasos recursos y de los que no tienen seguridad alimentaria es mayor en los centros urbanos, requiere una consideración más detallada de los sistemas alimentarios urbanos. Asimismo, diferentes países en desarrollo, incluidos muchos en ALC, están experimentando la “doble carga” de la desnutrición, que está correlacionada con problemas de salud debido tanto a la desnutrición como a la sobrenutrición. Una manera eficiente de mejorar la salud es aumentar la calidad nutricional de los cultivos de primera necesidad que consume la población de bajos ingresos, como ya lo está haciendo parte de la actual investigación sobre los cultivos biofortificados (arroz, frijol y yuca) en América Latina, Asia y África (proyecto HarvestPlus).<sup>57</sup> Finalmente, la evolución del consumo de carne en países tanto en desarrollo como desarrollados, el impacto del envejecimiento de la población en el consumo de alimentos, el fomento de políticas fuertes dirigidas a reducir el desperdicio, la desigualdad en el acceso a alimentos nutritivos y la preocupación por los temas de salud (lo que quizá lleve a que se graven diferentes tipos de alimentos considerados poco sanos) podrían cambiar el nivel y la composición de la demanda prevista de alimentos. Los escenarios que incluyen reformas políticas y cambios a nivel mundial reflejan esas tendencias.

Todos estos temas relacionados con los consumidores y las iniciativas de políticas públicas asociadas deben ser reconocidas dentro de las prioridades de la I&D agrícola, para lo cual es necesario considerar de manera integral todas las opciones existentes y, dados

los cambios rápidos, la necesidad de comprender mejor estas dinámicas.

## **Es crucial adaptar y mejorar de forma continua el marco institucional de la I&D**

Sin importar las decisiones que se tomen respecto a las prioridades de la I&D, es esencial considerar los aspectos institucionales vinculados con su implementación: cómo fortalecer las capacidades de las organizaciones públicas y privadas; cómo establecer una colaboración eficaz y redes exitosas en todas las iniciativas tanto públicas como privadas (incluidos los agricultores y las comunidades rurales e indígenas que poseen saberes tradicionales, los consumidores, las agroindustrias de producción y de comercialización y distribución y los supermercados y otros negocios que trabajan directamente con el consumidor); cómo fortalecer los canales de transferencia de las innovaciones; cómo establecer marcos regulatorios para el manejo de recursos naturales como el agua, la biodiversidad y los bosques; y lo más crucial, cómo financiar todo lo anterior.

Como ya se mencionó, las instituciones de I&D agrícola de la región han evolucionado bastante, a partir de la creación de los INIA del sector público a fines de los años cincuenta, antes que en otras regiones en desarrollo. Con el tiempo, fue tomando forma un marco institucional regional complejo. Más recientemente, el sector privado (incluidas las compañías multinacionales, las asociaciones de agricultores y las organizaciones no gubernamentales [ONG]) ha estado expandiendo sus actividades de desarrollo y difusión de tecnología agrícola y, en muchos casos, este sector tiene una mayor capacidad que los INIA en materia de técnicas modernas, como las de las ciencias -ómicas, la ingeniería y la informática.

Otros avances importantes están cambiando el panorama en el que operan las instituciones dedicadas a la I&D agrícola, especialmente las del sector público. Uno de estos avances tiene que ver con la tendencia de las ciencias biológicas (incluidas las asociadas con la agricultura) a converger con la física, la química, las ciencias de la computación, las matemáticas y la ingeniería, lo cual conducirá al surgimiento de nuevas áreas de investigación

<sup>57</sup> [www.harvestplus.org](http://www.harvestplus.org)

interdisciplinaria. Como ya hemos argumentado, estos nuevos campos de investigación requieren un gran fortalecimiento de capacidades y una significativa integración interdisciplinaria en ALC, así como cambios institucionales. Es de particular importancia apoyar las innovaciones institucionales y la expansión del capital humano y sus capacidades, dado que muchos investigadores de las instituciones públicas de ALC están llegando a la edad de jubilación.

Otro avance es que se prevé que la agricultura atienda múltiples demandas, desde incrementar el abastecimiento y aliviar la pobreza hasta considerar los requerimientos de la salud y la equidad, así como los retos de la sostenibilidad ambiental y el cambio climático. Estas numerosas expectativas relacionadas con la agricultura también afectan a las instituciones de I&D, las cuales tendrán que ir más allá de su enfoque primario en la producción para incluir las concatenaciones regresivas y progresivas de la cadena de valor, y considerar los puntos de vista de una diversidad de actores sociales. Como ya se señaló, los actores del sector privado seguirían enfoques del mercado que se basan en estimaciones privadas de los costos y beneficios. Para poder considerar y ponerle precio a las externalidades y a otros objetivos sociales, es necesario fortalecer las políticas públicas, las instituciones y las inversiones relacionadas con la I&D agrícola.

Asimismo, tenemos que darnos cuenta de que los problemas que afectan a la sociedad requieren que nos enfoquemos en la innovación, que es un concepto más amplio que la I&D. Por tanto, es necesario hacer ajustes en las instituciones dedicadas a la I&D, en tres niveles: primero, a nivel de cada INIA; segundo, a nivel del sistema nacional de I&D y transferencia de tecnología; y, finalmente, el sistema más general de las políticas públicas y las instituciones del sistema de innovación (Trigo, 2012).

Todos estos avances están ocasionando cambios profundos en el entorno en que los INIA operan hoy día. Por tanto, es necesario realizar ajustes significativos en las operaciones y la financiación de los INIA, pues requieren nuevos enfoques organizacionales, en especial para poder coordinar las redes que incluyen a múltiples actores. En muchos casos, algunos países de la región carecen de la escala requerida para realizar, por sí solos, algunas de las actividades de I&D; por tanto, expandir las redes regionales e internacionales es una tarea muy importante. Esto es de particular

relevancia para los países más pequeños y más pobres de la región.

Un tema fundamental es la financiación de estas actividades, lo cual plantea dos preguntas separadas: ¿cuál es el nivel de inversión que se requiere? Y, ¿cuáles son los mecanismos de financiación? (Trigo, 2012). En cuanto a la primera pregunta, ya se mencionó que las inversiones en la I&D de la región deberían duplicarse, como mínimo, sobre todo en los países más pobres y más pequeños que son los que más necesitan que se expandan las actividades de la I&D agrícola. Estos países también se beneficiarían si se les respalda para que se integren a las redes regionales e internacionales. En cuanto a la segunda pregunta, gran parte de la financiación es pública y se centra en los INIA. Sin embargo, es necesario innovar en materia de los mecanismos de financiación, los cuales deben asegurar enfoques operacionales ágiles y la integración de los recursos y las capacidades de las instituciones participantes, incluida la participación del sector privado.

En resumen, el actual sistema tendrá que expandirse para convertirse en redes y sistemas y redes coordinados nacionales, regionales y mundiales de innovación, incluidos los INIA reformados, organizaciones internacionales, universidades, el sector privado, los consumidores y otros interesados directos. Igualmente, las inversiones de los países de ALC deben duplicar la actual proporción promedio de intensidad de la I&D agrícola en ALC, que representa cerca del 1% del PIB agrícola. En la mayoría de los escenarios, esto no sucederá de manera espontánea, o quizá ni siquiera suceda, si no se toman decisiones contundentes en materia de políticas públicas e inversiones.

## **No se puede aplicar apenas un método al establecer las prioridades de la I&D**

Una cosa que hay que señalar es que existen diferentes métodos para incrementar la disponibilidad de alimentos y productos agrícolas (ver una explicación más detallada en Díaz-Bonilla et al., 2013). Uno consiste en eliminar el desperdicio (más sobre este tema a continuación). Una segunda manera de aumentar la producción sería asegurar que desaparecieran las “brechas de rendimiento” o las “brechas en las mejores prácticas” que afectan a los agricultores, regiones y países en general. Esto requeriría realizar I&D agrícola sobre las actividades de adaptación; sin embargo, la mayoría de las

intervenciones del sector público ocurrirían en otras áreas, como el fortalecimiento de los servicios de extensión; la prestación de servicios de salud y educativos en zonas rurales; la expansión de la financiación y la difusión de técnicas sostenibles de manejo de riesgos; el establecimiento de mercados más eficientes y transparentes; y el acceso asegurado a la tierra y al agua, especialmente para la población rural de escasos recursos, entre otras cosas. En todas estas intervenciones, es esencial considerar temas relacionados con el género y el impacto que estas intervenciones tendrían en los grupos vulnerables y marginados. Por último, una tercera forma de mejorar sería aumentar la “frontera de posibilidades de producción”. Este es el contexto en el que usualmente se trata la mayor parte de la I&D agrícola. Keating y Carberry (2010) nos brindan una explicación útil de este tema.

Es necesario tomar decisiones difíciles al considerar todas esas opciones, como (a) ¿cuáles son los principales problemas que hay que resolver, cuáles son las implicaciones generales para el bienestar del ser humano y quiénes son los afectados (impactos distributivos)? (b) ¿Cómo se deberían adjudicar, en general, los fondos para los distintos problemas o temas? (c) ¿Cómo se deberían distribuir los fondos entre los diferentes enfoques que se emplearían para resolver los problemas? y (d) ¿Cómo se complementarían los sectores público y privado al abordar estos temas?

Una forma de responder estas preguntas es trabajar con conjuntos superpuestos de información, que muestren la concentración espacial de (a) la producción de los cultivos relevantes en consideración; (b) la distribución de la población y la pobreza; y (c) el acceso a los mercados (Pardey, 2012). Si los datos agronómicos, climáticos, sociales y de mercado (reflejando las preferencias cambiantes del consumidor) se combinan en mapas georreferenciados, esto puede guiar mejor el trabajo de la I&D. Sin embargo, los datos espaciales, aunque cada vez más obtenibles, requieren un esfuerzo concertado para convertirlos en una forma utilizable (Pardey, 2012). Los métodos de modelación también se pueden emplear para estimar las implicaciones generales de invertir en un producto o en otro. Por ejemplo, Nelson et al. (2010) modelan el impacto diferencial de incrementar el crecimiento de la tendencia de los rendimientos de

diferentes cultivos a partir de los valores preliminares a un 2% fijo cada año hasta el 2050. Estas simulaciones incluyen estos incrementos en la productividad de maíz, trigo y yuca. Dependiendo del cultivo en que ocurren estos incrementos de productividad, las simulaciones muestran diferentes impactos en los precios mundiales (del cultivo en cuestión y de otros productos), las calorías disponibles, los niños desnutridos y el comercio neto. Es concebible que se pudieran estandarizar las simulaciones para hacer comparaciones que sugieran un ordenamiento de todos los productos según un incremento comparable en la productividad (esto sería diferente de una simulación que postule un incremento uniforme hasta del 2% para cada cultivo). Otro tema sería: ¿cuánto costaría generar mejoras comparables (no importa cómo se las defina) de la productividad? Díaz-Bonilla et al. (2003) realizaron un ejercicio preliminar para responder esta pregunta (ver una breve descripción en Díaz-Bonilla et al., 2013).

Aun si estos u otros ejercicios de modelación espacial proporcionaran una perspectiva amplia de cuáles productos podrían generar mejores resultados (sin importar cómo se definan), hay otro asunto más: cómo evaluar la gama de tecnologías potencialmente relevantes para un producto o problema específico (ya sea agrícola o pecuario). Esa lista puede ser larga, como lo demostraron las prioridades presentadas por FORAGRO en GCARD I (ver Díaz-Bonilla et al., 2013). En particular, la biotecnología será esencial para lograr una mejor productividad, tanto agrícola como pecuaria, pues ayudará a aumentar la tolerancia al estrés biótico (plagas y enfermedades) y abiótico (climático y edafológico). Además, se necesitan prácticas agronómicas más eficientes para el manejo del agua, labranza cero mejorada, manejo integrado de la fertilidad del suelo, manejo integrado de plagas y reducción de las pérdidas poscosecha.<sup>58</sup>

Finalmente, si bien los ejercicios prospectivos basados en los escenarios mundiales ayudan a generar un esbozo general de las estrategias de I&D que serían eficaces en los futuros potenciales, tal vez sean demasiado globales para la toma de decisiones detallada que se requiere a niveles más operacionales. En este sentido, lo que quizá se necesite para identificar las tecnologías más prometedoras es la aplicación de algunos de los métodos más enfocados que hemos planteado, así como el uso de nuevas herramientas

<sup>58</sup> Ver otra revisión a fondo de las prioridades de la I&D en ALC en Armbrecht y Avila (2009). Ver también la lista de prioridades para investigación adjunta en el Anexo 2.

y conceptos como los análisis de la vida útil de los productos, las cadenas verdes de valor y la medición de la huella de carbono, utilizando enfoques basados en la investigación participativa (Ciencia Abierta), el intercambio dinámico de conocimientos, el manejo de datos complejos y el fortalecimiento de capacidades (CIAT, 2012).

Por tanto, al parecer es importante mantener la diversidad de enfoques prospectivos y otros métodos de planeación estratégica y métodos para priorizar las decisiones en materia de tecnología; algunos de estos métodos se pueden utilizar a nivel mundial o regional, mientras que otros se pueden emplear para abordar problemas, áreas o actividades agrícolas específicas, o ciertos tipos de productores. Lo cierto es que no es posible utilizar un solo método para abordar todas las preguntas y temas que son relevantes para planificar e implementar las actividades de la tecnología agrícola.

## Comentarios finales

Este documento resalta los enormes retos que le esperan a la I&D agrícola de ALC, entre los que se incluye la preocupación por la seguridad alimentaria, la pobreza, la desnutrición y la sostenibilidad ambiental frente al cambio climático. Existen poderosos factores determinantes socio-económicos que podrían hacer que esta región y el mundo continuaran por un camino

en el que todo sigue igual, lo cual podría resultar poco sostenible. Reconfigurar esas tendencias requiere realizar múltiples intervenciones que vayan más allá del alcance de la I&D agrícola de los países de ALC, y abarquen desde problemas de distribución de tierras hasta la resolución de desequilibrios macroeconómicos mundiales y la restauración del equilibrio energético y climático del planeta. Sin embargo, en todos los escenarios, la necesidad de hacer mayores inversiones sostenidas en la tecnología y la innovación agrícola en ALC parece ser una conclusión sólida. Una mayor inversión en la producción agrícola y alimentaria de ALC, incluida la I&D, es vital para lograr la seguridad alimentaria y nutricional y la sostenibilidad ambiental —no solo en esta región, sino también en el mundo entero.

Como parte de esos esfuerzos y dadas las responsabilidades que tienen hacia otras regiones en desarrollo, las instituciones que participan en este ejercicio continuarán apoyando el trabajo prospectivo y la planificación estratégica en ALC que puedan ayudar a identificar y desarrollar opciones apropiadas de tecnología agrícola que generen ingresos y empleo para las fincas familiares y la población rural de escasos recursos de esa región, y que, al mismo tiempo, fomenten la seguridad y sostenibilidad alimentaria a nivel local, nacional y mundial. Este documento tiene por objeto contribuir a este proceso.

## Anexo 1. Lista de participantes en las reuniones (marzo 2012, BID, Washington, DC, Estados Unidos, y octubre 2012, CIAT, Cali, Colombia) del Estudio Prospectivo de ALC

Nombre	Institución
Flavio Avila	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA)
Carol Brookins	Public Capital Advisors LLC
Fernando Chaparro	Universidad del Rosario y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS) de Colombia
Bernardo Creamer	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI)
Uri Dadush	Fondo Carnegie para la Paz Internacional
Eugenio Díaz-Bonilla	CIAT/IFPRI
Ruben Echeverría	CIAT
Ramón Espinasa	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Keith Fuglie	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)
Elcio Guimarães	CIAT
David Hatch	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
Priscila Henríquez	IICA
Guy Henry	CIAT e Investigación Agrícola para el Desarrollo (Cirad)
Andy Jarvis	CIAT
Marie de Lattre-Gasquet	Cirad
Mark Lundy	CIAT
Phillip Pardey	Universidad de Minnesota
Ruben Patrouilleau	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
Adrián Rodríguez	Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Mark Rosegrant	IFPRI
Eugenia Saini	IICA y el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)
José Luis Samaniego	CEPAL
Carlos Santana	EMBRAPA
Hans Timmer	El Banco Mundial
Joe Tohme	CIAT
Rafael Trejos	IICA
Eduardo Trigo	Grupo CEO, Consultores en Economía y Organización
Ronald Trostle	USDA
Dominique van de Mensbrugge	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
Walter Vergara	BID
Steven Zahniser	USDA

**Nota.** Aunque este documento contó en gran parte con sus contribuciones, únicamente los autores mencionados son responsables por su contenido, así como de posibles errores y omisiones.

## Anexo 2. Sugerencias respecto a las prioridades clave de la investigación

### Mejoramiento genético de plantas y animales

- Existe una fuerte correlación entre la inversión en el mejoramiento genético de plantas y animales y los rendimientos que resulten: una mayor inversión generará beneficios para todas las especies —no hay pruebas convincentes de que se haya llegado a un rendimiento o una producción tope, y las reservas de variabilidad natural, incluso de las especies que han sido estudiadas intensamente, no se han agotado.
- Las inversiones en la genómica y la fenotipificación rápida proporcionarán las herramientas requeridas para perfeccionar el mejoramiento convencional utilizando la selección asistida por marcadores (que no es una técnica de modificación genética); es posible lograr grandes avances en los rendimientos y la resiliencia (por ejemplo, la tolerancia a la sequía y las temperaturas extremas), y contribuir a la sostenibilidad utilizando estos métodos en el mediano plazo (2030), siempre y cuando se haga la inversión necesaria.
- La genómica moderna simplifica el mejoramiento genético de especies agropecuarias que no han sido bien caracterizadas, y existen ciertas oportunidades de mejorar aquellas que han quedado relativamente en el olvido, pero que son importantes en los países de bajos ingresos.
- El mejoramiento de plantas y cultivos será esencial para que la agricultura se adapte al cambio climático y, por tanto, requiere de inversiones públicas y privadas sustanciales.
- Se han sugerido varias formas radicales de alterar la fisiología de los cultivos, incluida la reestructuración de la fotosíntesis, la transferencia de la fijación de nitrógeno a los granos, la introducción de la apomixis y la conversión de cultivos anuales en perennes. Si bien vale la pena invertir en estas y otras ideas novedosas, es poco probable que estén listas para implementarse en las próximas décadas (o quizá nunca lo estén). Es importante considerar cómo se comercializarían y distribuirían en los mercados del mundo real.
- Los cultivos resistentes a los herbicidas se encuentran entre las variedades genéticamente modificadas que más se siembran, pero la resistencia de las malezas es un problema y los avances en este sentido se ven obstaculizados por la falta de herbicidas apropiados.
- Es muy importante para el mejoramiento genético del futuro conservar el material genético de las variedades de los cultivos y las razas de ganado, tanto las comunes como las raras, y de especies que son parientes cercanos y, por tanto, su conservación debería ser coordinada a nivel internacional.
- Una mejor resistencia de los cultivos y del ganado al estrés tanto abiótico como biótico puede lograrse mediante el mejoramiento convencional y el asistido por marcadores, aprovechando los enormes avances en nuestra comprensión de la biología básica, aunque cabe señalar que muchos de los proyectos más ambiciosos (que pretenden dar mayor protección y otorgar menor susceptibilidad a la evolución de la resistencia) requieren la aplicación de métodos de modificación genética.
- Se podrían lograr grandes avances si se alinea la investigación de enfermedades de la medicina y de la ciencia veterinaria.
- El mejoramiento de la calidad nutricional de los cultivos de primera necesidad que se consumen en los países de bajos ingresos es una forma importante y eficaz en cuanto a los costos de mejorar la salud, siempre y cuando la población de escasos recursos pueda obtener las semillas de esos cultivos a precios asequibles. Aunque hay algunas mejoras que se pueden lograr utilizando mejoramiento que no implica modificación genética, hay otras que no.
- La investigación dirigida a modificar las plantas utilizando precursores apropiados, de manera que cuando se les emplee para alimentar a los peces se conviertan en ácidos grasos omega-3, debería ser una prioridad en vista de sus beneficios para la salud humana y el medio ambiente.
- Es importante entender la compleja biología de la microflora de los rumiantes, ya que podría llevar a intervenciones que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la producción pecuaria.

## Investigación química y biológica

- Algunas de las externalidades negativas más importantes de la agricultura surgen de la producción y el uso de fertilizantes; por tal motivo, aquellos avances científicos que logren reducir siquiera modestamente las emisiones de gases de efecto invernadero representan un gran aporte absoluto y constituyen una prioridad.
- Los agroquímicos son esenciales para proteger los rendimientos de los cultivos en todo el mundo y lo seguirán siendo en el futuro previsible. Es necesario realizar grandes esfuerzos para reducir sus impactos ambientales tanto directos como indirectos; sin embargo, es poco realista esperar que se puedan producir suficientes alimentos para satisfacer la demanda utilizando solo métodos no químicos.
- La búsqueda de plaguicidas, herbicidas y fungicidas que posean mecanismos novedosos de acción tiene una gran prioridad; es muy importante la investigación básica sobre la química estructural y la biología molecular funcional, la exploración de la química de los productos naturales y un mayor desarrollo de la selección de alto rendimiento.
- Un estudio más profundo de los métodos biológicos de manejo de plagas, incluido el control biológico inundativo, los bioplaguicidas, los químicos para el comportamiento, la técnica genética de insectos estériles (TIE) y la manipulación de los microbios asociados a los cultivos y al ganado, proporcionará estrategias novedosas de control, la mayoría de bajo impacto ecológico. Los que más valorarán estos métodos son los mercados de especialidades y los pequeños productores. Los problemas relacionados con su implementación en condiciones agrícolas reales son de crucial importancia.
- Las plagas que atacan las raíces son un problema particular y es necesario poner especial atención a la investigación sobre plaguicidas sistémicos, las interacciones entre las raíces y la comunidad microbiana en el suelo, y la respuesta biológica de la planta cuando sus raíces son atacadas.
- En la actualidad, se están considerando ideas teóricas acerca del manejo de plagas utilizando métodos genéticos, a fin de controlar los vectores de enfermedades humanas; si estos métodos funcionan, deberían adaptarse para controlar las plagas agrícolas.
- Es importante proteger y mejorar la biodiversidad a fin de incrementar la producción de manera sostenible, por ejemplo, utilizando los parientes silvestres de los cultivos y el control biológico de plagas.

## Ingeniería y tecnología

- Son importantes los avances de la ingeniería que permitirán una distribución más precisa del agua y los nutrientes, pues generarán beneficios económicos y sostenibles en un período relativamente corto.
- Existen oportunidades de utilizar métodos novedosos de cultivo hidropónico en zonas donde es posible realizar la desalinización utilizando la energía solar.
- Los avances en el diagnóstico molecular están logrando que la vigilancia habitual y rápida de las plagas y enfermedades sea más fácil y más barata; mayores inversiones en técnicas basadas en el campo reducirán la carga de plagas y enfermedades, y su manejo adaptativo generará beneficios económicos y ambientales.
- El ritmo de los cambios en las TIC es tan rápido que es difícil predecir las tecnologías que estarán disponibles en unos cuantos años. Por eso, no es buena idea comprometerse a utilizar una determinada tecnología, y es necesario conservar, lo más posible, la agilidad de respuesta.
- Es probable que continúen los actuales avances en la capacidad de predecir ciertos patrones meteorológicos de mediano a largo plazo, que serán de mayor utilidad para los productores de los países tropicales, incluidos los de muy escasos recursos; es necesario invertir para superar los problemas de la difusión oportuna de información en un formato comprensible.

Fuente: Díaz-Bonilla et al. (2013).

# Referencias

- Armbrecht I; Avila F. 2009. AKST in Latin America and the Caribbean: Options for the future. En: International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD). Agriculture at a Crossroads. Washington, DC, Estados Unidos. p. 165–186.
- ASTI (Agricultural Science and Technology Indicators). 2012. ASTI Data base. Consultado en: <http://www.asti.cgiar.org/data/>
- Avila A; Evenson R. 2005. Crescimento da produtividade total dos fatores: O papel do capital tecnológico. Revista de Política Agrícola 14(2):89–109.
- Barraclough S; Collarte JC, eds. 1973. Agrarian structure in Latin America: A resume of the CIDA land tenure studies of Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Peru. Lexington Books. 351 p.
- Beintema N; Stads G; Fuglie K; Heisey P. 2012. ASTI Global assessment of agricultural R&D spending: Developing countries accelerate investment. International Food Policy Research Institute (IFPRI); Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI); Global Forum on Agricultural Research (GFAR). 16 p.
- Benes J; Chauvet M; Kamenik O; Kumhof M; Laxton D; Mursula S; Selody J. 2012. The future of oil: Geology versus technology. IMF Working Paper. International Monetary Fund. 33 p.
- Berdegú JA; Fuentealba R. 2011. Latin America: The state of smallholders in agriculture. Conference on New Directions for Smallholder Agriculture, held in Roma, Italy, 24–25 January 2011. International Fund for Agricultural Development (IFAD). 37 p.
- Bloom DE; Canning D; Sevilla J. 2001. Economic growth and the demographic transition. NBER Working Paper No. 8685. National Bureau of Economic Research (NBER), Massachusetts, Estados Unidos. 87 p.
- CEPAL/FAO/IICA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2012. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe. FAO, Santiago, Chile. 176 p. Disponible en: [www.fao.org/docrep/019/as167s/as167s.pdf](http://www.fao.org/docrep/019/as167s/as167s.pdf)
- Chiriboga M. 1997. Desafíos de la pequeña agricultura familiar frente a la globalización. En: Martínez L, ed. El desarrollo sostenible en el medio rural. FLACSO, Quito, Ecuador. p 63–88.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2012. Informe Anual 2011: Caminos hacia una agricultura eco-eficiente. CIAT, Cali. Colombia. 36 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2013. Issues in tropical agriculture. Eco-efficiency: From vision to reality. CIAT, Cali, Colombia. 252 p. Disponible en: [http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2013/04/eco-efficiency\\_book.pdf](http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2013/04/eco-efficiency_book.pdf)
- Contini E; Pena Jr. M; Santana C; Martha Jr. G. 2012. Exportações: motor do agronegócio brasileiro. Revista de Política Agrícola 21(2):88–102.
- Dadush U; Shaw W. 2011. Juggernaut: How emerging markets are reshaping globalization. Carnegie Endowment for International Peace, Washington, DC, Estados Unidos. 257 p.
- de Ferranti D; Perry G; Foster W; Lederman D; Valdés A. 2005. Beyond the city: The rural contribution to development. World Bank, Washington DC, Estados Unidos. 245 p.
- de la Torre A; Fajnzylber P; Nash J. 2009. Low carbon, high growth: Latin American responses to climate change. World Bank, Washington, DC, Estados Unidos. 78 p.
- Deininger KW; Byerlee D. 2011. Rising global interest in farmland: Can it yield sustainable and equitable benefits? World Bank. Washington, DC, Estados Unidos.
- Delgado C; Rosegrant M; Steinfeld H; Ehui S; Courbois C. 1999. Livestock to 2020: The next food revolution. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 28. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC, Estados Unidos. 72 p.
- Diao X; Díaz-Bonilla E; Robinson S; Orden D. 2005. Tell me where it hurts, an' I'll tell you who to call: Industrialized countries' agricultural policies and developing countries. MTID Discussion Paper No. 84. IFPRI, Washington, DC, Estados Unidos. 74 p. Disponible en: [www.ifpri.org/divs/mtid/dp/papers/mtidp84.pdf](http://www.ifpri.org/divs/mtid/dp/papers/mtidp84.pdf).
- Díaz-Bonilla E. 2011. Volatile Volatility [en línea]. EconoMonitor. Disponible en: [www.economonitor.com/blog/2011/04/volatile-volatility/](http://www.economonitor.com/blog/2011/04/volatile-volatility/)

- Díaz-Bonilla E; Ron JF. 2010. Food security, price volatility and trade: Some reflections for developing countries. Issue Paper No. 28. International Center for Trade and Sustainable Development (ICTSD), Ginebra, Suiza. 57 p. Disponible en: <http://ictsd.org/downloads/2011/12/food-security-price-volatility-and-trade.pdf>
- Díaz-Bonilla E; Reza L; Espinal CF; Piñero V. 2003. Globalización y agricultura en las Américas: Escenarios para el desarrollo tecnológico de la agricultura hemisférica. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO); Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). 319 p.
- Díaz-Bonilla E; Thomas M; Robinson S; Cattaneo A. 2006. Food security and the World Trade Organization: A typology of countries. En: Díaz-Bonilla E; Frandsen SE; Robinson S, eds. WTO negotiations and agricultural trade liberalization: The effect of developed countries' policies on developing countries. CAB International. p. 162–183.
- Díaz-Bonilla E; Saini E; Henry G; Creamer B. 2012. Better foresighted than myopic – Supporting decisions about agricultural research for development in Latin America and the Caribbean. CIAT Policy Brief. 6 p. Disponible en: [http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/synthesis\\_foresight.pdf](http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/synthesis_foresight.pdf)
- Díaz-Bonilla E; Saini E; Creamer B; Henry G. 2013. Better to be foresighted than myopic: A foresight framework for agriculture, food security and R&D in Latin America and the Caribbean. CIAT Working document. 194 p. Disponible en: [http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/Better\\_to\\_be\\_Foresighted\\_than\\_Myopic.pdf](http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/Better_to_be_Foresighted_than_Myopic.pdf)
- Dirven M. 2011. Dinámicas del mercado de tierras en los países del Mercosur y Chile: Una mirada analítica-crítica. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 34 p. Disponible en: [www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/semtierras/estudios/dirven.pdf](http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/semtierras/estudios/dirven.pdf)
- Echeverría R; Trigo E; Byerlee D. 1996. Institutional change and effective financing of agricultural research in Latin America. World Bank Technical Paper 330. World Bank, Washington, DC, Estados Unidos. 34 p.
- ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean). 2010. Economics of climate change in Latin America and the Caribbean: Summary 2010. United Nations, Santiago, Chile. 107 p. Disponible en: [www.eclac.org/ddsah/publicaciones/xml/9/41909/2010-914-Climate\\_change-COMPLETO\\_WEB.pdf](http://www.eclac.org/ddsah/publicaciones/xml/9/41909/2010-914-Climate_change-COMPLETO_WEB.pdf)
- EIA (U.S. Energy Information Administration). 2011. Annual Energy Outlook 2011 – with projections to 2035. DOE/EIA 0383(2011). Abril 2011.
- Erdmann D. 2012. Urbanization and its challenges [en línea]. Disponible en: <http://gt2030.com/2012/07/16/urbanization-and-its-challenges-introduction-to-the-week-of-july-15-21-discussion/>
- Espinasa R. 2012. The dynamics of world petroleum markets: 1986 to 2010, Scenario 2030 [presentación]. Inter-American Development Bank. Disponible en: [http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/the\\_dynamics\\_of\\_world\\_petroleum\\_markets.pdf](http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/the_dynamics_of_world_petroleum_markets.pdf)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. The double burden of malnutrition: Case studies from six developing countries. FAO Food and Nutrition Paper 84. FAO, Roma, Italia. 97 p. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0442e/a0442e00.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2011. Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Study conducted for the International Congress. Safe Food! At Interpack2011, Düsseldorf, Alemania.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012. Dinámicas del mercado de la tierra en América Latina y el Caribe: Concentración y extranjerización. FAO, Roma, Italia. 592 p. Disponible en: [www.fao.org/docrep/019/i2547s/i2547s.pdf](http://www.fao.org/docrep/019/i2547s/i2547s.pdf)
- FAO/WHO/UNU (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations University). 2004. Human Energy Requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. FAO, Roma, Italia, 17–24 de octubre de 2001. 96 p. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5686e/y5686e00.pdf>
- FAOSTAT (La División de Estadísticas de la FAO). <http://www.fao.org/economic/ess/en/#.VIDlvzHF-al> Consultado durante abril–julio 2012.
- FORAGRO (Forum of the Americas for Agricultural Research and Technology Development). 2010. Agriculture and rural prosperity from the perspective of technological research and innovation in Latin America and the Caribbean. FORAGRO Position 2010: Executive Summary. Disponible en: [http://infoagro.net/archivos\\_Infoagro/Infotec/biblioteca/Summary%20FORAGRO%20Position\\_Eng.pdf](http://infoagro.net/archivos_Infoagro/Infotec/biblioteca/Summary%20FORAGRO%20Position_Eng.pdf)

- Foresight. 2011a. The future of food and farming: Final Project Report. The Government Office for Science, Londres, Reino Unido. Disponible en: [www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/288329/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf](http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/288329/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf)
- Foresight. 2011b. Foresight project on global food and farming futures. Synthesis Report C4: Food system scenarios and modelling.
- Foresight. 2011c. Foresight project on global food and farming futures. Synthesis Report C6: Raising the limits of sustainable production. Londres, Reino Unido. 27 p. Disponible en: [www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-626-c6-raising-limits-of-sustainable-production.pdf](http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-626-c6-raising-limits-of-sustainable-production.pdf).
- Foresight. 2011d. Foresight project on global food and farming futures. Synthesis Report C7: Reducing waste. Londres, Reino Unido. 19 p. Disponible en: [www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-627-c7-reducing-waste.pdf](http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-627-c7-reducing-waste.pdf).
- Foresight. 2011e. Foresight project on global food and farming futures. Synthesis Report C8: Changing consumption patterns. Londres, Reino Unido. 23 p. Disponible en: [www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-628-c8-changing-consumption-patterns.pdf](http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-628-c8-changing-consumption-patterns.pdf).
- Garret J; Ruel M. 2003. Stunted children–overweight mother pairs: An emerging policy concern? Discussion Paper 148. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC, Estados Unidos. Disponible en: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/15953/1/dp03148b.pdf>
- Gillespie J. 2005. Review of book, Byerlee D; Echeverría R, eds. 2002. Agricultural research policy in an era of privatization. Wallingford Oxon, UK: CABI Publishing. 300 p. American Journal of Agricultural Economics 87(1):267–269.
- Gordon R. 2012. Is U.S. economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds. NBER Working Paper 18315. National Bureau of Economic Research.
- Gornall J; Betts R; Burke E; Clark R; Camp J; Willett K; Wiltshire A. 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences 365:2973–2989.
- Hamilton J. 2013. History of oil shocks. En: Parker R; Whaples R, eds. Routledge handbook of major events in economic history. Routledge, Londres, Reino Unido. 456 p.
- Hansen J; Sato M; Ruedy R. 2012. Perceptions of climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109(37):E2415–E2423. DOI:10.1073/pnas.1205276109
- Hazell P; Poulton C; Wiggins S; Dorward A. 2010. The future of small farms: Trajectories and policy priorities. World Development 38(10):1349–1361.
- Headey D; Fan S. 2010. Reflections on the global food crisis: How did it happen? How has it hurt? And how can we prevent the next one? Research Monograph 165. IFPRI, Washington, DC, Estados Unidos. 122 p.
- Houghton RA. 2008. Carbon flux to the atmosphere from land-use changes 1850–2005 [en línea]. TRENDS: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn, Estados Unidos. Disponible en: <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/landuse/houghton/houghton.html>
- IEA (International Energy Agency). 2011. World Energy Outlook. IEA, París, Francia.
- IEA (International Energy Agency). 2012. Golden rules for a golden age of gas. IEA, París, Francia. 143 p. Disponible en: [www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/goldenrules/WEO2012\\_GoldenRulesReport.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/goldenrules/WEO2012_GoldenRulesReport.pdf)
- IEF (International Energy Forum). 2012. Introductory paper. Symposium on Energy Outlooks held in Riyadh, 23–24 January. Disponible en: [www.ief.org/\\_resources/files/events/2nd-iea-ief-opecc-symposium-on-energy-outlooks/introductory-paper.pdf](http://www.ief.org/_resources/files/events/2nd-iea-ief-opecc-symposium-on-energy-outlooks/introductory-paper.pdf)
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). 2010. Rural Poverty Report 2011. Roma, Italia.
- IMF (International Monetary Fund). 2006. World Economic Outlook April 2007: Spillovers and Cycles in the Global Economy. 316 p. Disponible en: [www.imf.org/external/pubs/cat/longres.aspx?sk=19780.0](http://www.imf.org/external/pubs/cat/longres.aspx?sk=19780.0)
- IMF (International Monetary Fund). 2012. World Economic Outlook: Coping with high debt and sluggish growth. Octubre 2012. Disponible en: [www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2012/02/](http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2012/02/)
- Islam N. 2003. What have we learnt from the convergence debate? Journal of Economic Surveys 17(3):309–362.

- James C. 2011. Global status of commercialized Biotech/GM crops. ISAAA Brief 43-2011. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Ithaca, New York, Estados Unidos. Disponible en: [www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp](http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp)
- Jarvis A. 2012. Presentation at the Foresight in Agriculture. A Workshop on Agricultural and Food Production in Latin America and the Caribbean (LAC). 2–3 octubre 2012. CIAT, Cali, Colombia.
- Keating B; Carberry P. 2010. Sustainable production, food security and supply chain implications. *Aspects of Applied Biology* 102:7–20.
- Keating B; Carberry P; Thomas S; Clark J. 2013. Eco-efficient agriculture and climate change: Conceptual foundations and frameworks. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). *Eco-efficiency: From vision to reality*. CIAT, Cali, Colombia. p. 19–28.
- Lipton M. 2005. The family farm in a globalizing world: The role of crop science in alleviating poverty. 2020 Discussion Paper No. 40. Washington, DC, Estados Unidos: International Food Policy Research Institute.
- Maslin M; Austin P. 2012. Uncertainty: Climate models at their limit? *Nature* 486:183–184.
- McMillan M; Rodrik D. 2011. Globalization, structural change and productivity growth. NBER Working Paper 17143. National Bureau of Economic Research (NBER), Massachusetts, Estados Unidos. 54 p.
- MIT (Massachusetts Institute of Technology). 2011. The third revolution: The convergence of the life sciences, physical sciences, and engineering. MIT, Washington, DC, Estados Unidos. 34 p.
- Msangi S; Rosegrant M. 2011. Feeding the future's changing diets: Implications for agriculture markets, nutrition, and policy. 2020 Conference Paper 3. Conference: Leveraging Agriculture for Improving Nutrition and Health, held in New Delhi, India, Febrero 10–12. 12 p. Disponible en: [www.ifpri.org/sites/default/files/publications/2020anhconfpaper03.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/2020anhconfpaper03.pdf)
- Nagayets O. 2005. Small farms: Current status and key trends. En: The future of small farms. Proceedings of a Research Workshop, Wye, Reino Unido, junio 26–29. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Nelson G; Rosegrant M; Palazzo A; Gray I; Ingersoll C; Robertson R; Tokgoz S; Zhu T; Sulser T; Ringler C; Msangi S; You L. 2010. Food security, farming, and climate change to 2050: Scenarios, results, policy options. IFPRI, Washington DC, Estados Unidos. 131 p. Disponible en: [www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr172.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr172.pdf)
- NRC (National Research Council). 2009. A new biology for the 21<sup>st</sup> century: Ensuring the United States leads the coming biology revolution. The National Academies Press, Washington, DC, Estados Unidos. 112 p.
- Obstfeld M. 2012. The current account and global financial markets. IMF Conference on Analyzing (External) Imbalances. Febrero 2 de 2012, Washington, DC, Estados Unidos. Disponible en: [www.imf.org/external/np/seminars/eng/2012/imbances/pdf/obstfeld.pdf](http://www.imf.org/external/np/seminars/eng/2012/imbances/pdf/obstfeld.pdf)
- Pardey PG. 2012. Foresight in LAC agriculture: Agricultural technology & intellectual property [presentación]. Workshop on Foresight in Agriculture: Future Challenges and Opportunities for Latin America and the Caribbean held in the Inter-American Development Bank, Washington, DC, Estados Unidos, marzo 30.
- Pinstrup-Andersen P. 2011. The food system and its interaction with human health and nutrition. IFPRI. 2020 Conference Brief 13. IFPRI, Washington, DC, Estados Unidos. 4 p. Disponible en: [www.ifpri.org/sites/default/files/publications/2020anhconfbr13.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/2020anhconfbr13.pdf)
- Popper S; Wagner C; Fossum D; Stiles W. 2000. Setting priorities and coordinating federal R&D across fields of science: A literature review. Prepared for the National Science Board. RAND Corporation. 77 p.
- Pritchett L. 1997. Divergence, big time. *The Journal of Economic Perspectives* 11(3):3–17.
- Quah D. 1996. Twin peaks: Growth and convergence in models of distribution dynamics. Centre for Economic Performance Discussion Paper No. 280. Centre for Economic Performance, Londres, Reino Unido. 24 p.
- Reardon T; Berdegué JA. 2002. The rapid rise of supermarkets in Latin America: Challenges and opportunities for development. Overseas Development Institute, Oxford, Reino Unido. *Development Policy Review* 20(4): 371–388.
- Reardon T; Timmer P. 2012. The economics of the food system revolution. *Annual Review of Resource Economics* 4:225–264.
- Reardon T; Timmer P; Berdegué J. 2004. The rapid rise of supermarkets in developing countries: Induced organizational, institutional, and technological change in agrifood systems. *Journal of Agricultural and Development Economics* 1(2):168–183.

- Reardon T; Chen K; Minten B; Adriano L. 2012. The quiet revolution in staple food value chains: Enter the dragon, the elephant and the tiger. Asian Development Bank and IFPRI, Manila, Filipinas. 286 p. Disponible en: [www.adb.org/sites/default/files/pub/2012/quiet-revolution-staple-food-value-chains.pdf](http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2012/quiet-revolution-staple-food-value-chains.pdf)
- Ribeiro Vieira Filho JE; Garcia Gasques J; Gervásio de Sousa A. 2011. Agricultura e crescimento: Cenários e projeções. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, Brasil. 33 p.
- Sain G; Ardila J. 2009. Temas y oportunidades para la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR); Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 41 p.
- Salles Filho D; Bin A; Gianoni C; Mendes PJ; Rio C. 2009. GCARD Regional Review for Latin America and Caribbean. FORAGRO; GFAR; GCARD; IICA; PROCISUR. 48 p.
- Samaniego JL. 2012. Demography, urbanization and natural resources in Latin America and the Caribbean: Trends and forecasts [presentación]. Foresight in Agriculture: A Workshop on Future Challenges and Opportunities for Latin America and the Caribbean, held at the Inter-American Development Bank, Washington, DC, Estados Unidos, marzo 30. Disponible en: [http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/2012\\_samaniego\\_cepal.pdf](http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/2012_samaniego_cepal.pdf)
- Schejtman A. 2008. Alcances sobre la agricultura familiar en América Latina. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP), Santiago, Chile. 26 p.
- Schejtman A; Berdegué JA. 2009. The social impact of regional integration in rural Latin America. En: Giordano P, ed. Trade and poverty in Latin America. Washington, DC, Estados Unidos, Inter-American Development Bank (IDB). p. 249–320.
- Soto-Baquero F; Rodríguez M; Falconi C, eds. 2007. Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Santiago, Chile. 145 p.
- Spence M. 2011. The next convergence: The future of economic growth in a multispeed world. Farrar, Straus, and Giroux, New York, Estados Unidos. 320 p.
- Temple J; Wößmann L. 2006. Dualism and cross-country growth regressions. *Journal of Economic Growth* 11(3):187–228.
- The World Bank. 2012. World Development Indicators Database.
- Trigo E. 2012. Los nuevos escenarios para la institucionalidad de la investigación agroalimentaria en América Latina y el Caribe [versión preliminar]. Buenos Aires, Argentina.
- Vergara W. 2012. The impacts of climate change in agriculture [presentación]. Foresight in Agriculture: A Workshop on Future Challenges and Opportunities for Latin America and the Caribbean, held at the Inter-American Development Bank, Washington, DC, Estados Unidos, marzo 30.
- von Braun J. 2008. When food makes fuel: The promises and challenges of biofuels. En: Brown AG, ed. Biofuels, energy and agriculture: Powering towards or away from food security? Proceedings of the Thirteenth Annual Development Conference held in Canberra, Australia, 15 de agosto de 2007. ATSE Crawford Fund. p. 5–13. Disponible en: [www.ifpri.org/sites/default/files/publications/vonbraun08\\_03.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/vonbraun08_03.pdf)
- Wiggins S; Kirsten J; Llambí L. 2010. The future of small farms. *World Development* 38(10):1341–1348.
- Wolf C; Dalal S; DaVanzo J; Larson EV; Akhmedjonov A; Dogo H; Huang M; Montoya S. 2011. China and India 2025: A comparative assessment. RAND Corporation, Santa Mónica, CA, Estados Unidos. 145 p. Disponible en: [www.rand.org/pubs/monographs/MG1009](http://www.rand.org/pubs/monographs/MG1009)
- Zahniser S. 2012. Commodity markets and the USDA agricultural projections to 2020 [presentación]. Foresight in Agriculture: A Workshop on Future Challenges and Opportunities for Latin America and the Caribbean, held at the Inter-American Development Bank, Washington, DC, Estados Unidos, marzo 30. Disponible en: [http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/Commodity\\_Markets\\_and\\_the\\_USDA\\_Agricultural\\_projections\\_to\\_2020.pdf](http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/Commodity_Markets_and_the_USDA_Agricultural_projections_to_2020.pdf)
- Zhong F; Xiang J; Zhu J. 2012. Impact of demographic dynamics on food consumption: A case study of energy intake in China. *China Economic Review* 23(4):1011–1019.



---

**Traducción al español:**  
**Portada y diagramación versión original:**  
**Diagramación y edición en español:**  
**Créditos fotografía:**  
**Impresión:**

Alma McNab  
Julio César Martínez  
Victoria Eugenia Rengifo  
Neil Palmer/CIAT y Benedikt von Loebell (p. 17)  
Velásquez Digital S.A.S., Cali, Colombia

---



ISBN 978-958-694-145-7