



Área de Tecnología e Innovación  
Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento

# Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica<sup>1</sup>

Informe de 2008

Viviana Palmieri, Enrique Alarcón y David Rodríguez (q.e.p.d.)

San José, Costa Rica  
Enero de 2009

---

<sup>1</sup> Este documento, preparado por el Área de Tecnología e Innovación de la Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento del IICA tiene por objetivo dar cumplimiento al PMP 2006-2010 del IICA en la prioridad de cooperación técnica "Incorporación de la tecnología e innovación para la modernización de la agricultura y el desarrollo rural", en el Área de Concentración 1: "Visión prospectiva de la tecnología e innovación aplicables a la agricultura". Este trabajo también da cumplimiento a los propósitos de la línea de acción no 4 del Foro de la Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario, FORAGRO referente a "Estudios prospectivos" de apoyo a los procesos de toma de decisiones por parte de los diferentes grupos de interés constituyentes del Foro".

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2009

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

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

Coordinación editorial: Enrique Alarcón, Viviana Palmieri  
Corrección de estilo: Máximo Araya  
Diagramado: Zona Creativa  
Diseño de portada: Zona Creativa  
Impresión: Imprenta del IICA, Sede Central

Palmieri, Viviana

Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica: informe de 2008 / Viviana Palmieri, Enrique Alarcón, David Rodríguez – San José: IICA, 2009  
48 p. ; 15 cm x 22.5 cm

ISBN13: 978-92-9248-071-4

1. Agricultura. 2. Cambio tecnológico 3. América Latina 4. Caribe I. Alarcón, Enrique II. Rodríguez, David III. IICA IV. Título

AGRIS  
E14

DEWEY  
338.1

San José, Costa Rica  
2009





# ■ Contenido

Presentación .....	5
1. El entorno internacional y regional.....	7
1.1. Situación agroalimentaria actual y la tecnología .....	7
1.2. Otros elementos del entorno.....	12
2. Desempeño y evolución reciente de la producción agrícola desde la óptica de la tecnología e innovación.....	15
3. Evolución de la institucionalidad para la investigación e innovación agropecuaria.....	25
3.1. Ámbito nacional.....	25
3.2. Ámbitos regional e internacional .....	28
3.3. La inversión en ciencia y tecnología.....	35
4. Principales desafíos que encara ALC desde la óptica tecnológica en función de las tendencias observadas .....	41
5. Bibliografía.....	45

---





## Presentación

Los retos de la agricultura para el siglo XXI son diversos y complejos, y afrontarlos implica efectuar intervenciones de índole económica, social, ambiental y tecnológica. En el mundo existe cada vez mayor demanda de alimentos por parte de una población creciente, en un contexto de globalización económica con condiciones variables del mercado y una serie de efectos producidos por el cambio climático sobre la producción, por citar solo tres de los grandes retos que enfrenta la agricultura. Por otra parte, surge a nivel mundial toda una revolución científica en varios campos del saber y de la ciencia. En estas condiciones, la innovación tecnológica en la agricultura desempeña un papel determinante para el desarrollo de los países y de las Américas.

Uno de los objetivos principales del Área de Tecnología e Innovación del IICA ha sido apoyar el diseño de políticas tecnológicas y procesos de toma de decisión a nivel nacional y regional para la gestión, financiamiento y organización de la investigación y la innovación tecnológica. Para ello, ha desarrollado, entre otras acciones, un proceso de análisis continuado de la situación y desempeño de la agricultura de América Latina y el Caribe (ALC) desde la perspectiva tecnológica con información actualizada anualmente. Se espera que los grupos de interés de sectores públicos, privados, académicos y en general de la sociedad civil de los países, dispongan de la información correspondiente a los progresos en la agricultura, las brechas entre las regiones de ALC, y entre estas y el resto del mundo. En este sentido, el presente trabajo sirvió de base para compartir una visión hemisférica de la agricultura para el desarrollo y la seguridad alimentaria desde la perspectiva tecnológica en la V Reunión Internacional de FORAGRO celebrada en Montevideo en el 2008.

Este documento corresponde al análisis realizado para el 2008, en que se destacan los desafíos que enfrentan la innovación tecnológica e institucional en el entorno marcado por la volatilidad en los precios de los alimentos y por la demanda creciente en tecnologías para responder al cambio climático. También se subraya la necesidad de aprovechar de la mejor manera posible la creciente voluntad política por promover servicios tecnológicos para la agricultura, tanto en lo referente al desarrollo tecnológico, como en la (re)organización de la extensión agropecuaria.

El estudio también presenta una visión general sobre la institucionalidad existente para la investigación a nivel nacional y regional y su evolución, así como un análisis de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico, y las capacidades en términos de recursos humanos dedicados a la investigación agropecuaria. Al final se plantean algunos de los desafíos más relevantes que enfrenta la institucionalidad de ALC, desde la óptica tecnológica en función de las tendencias observadas.

### **Enrique Alarcón**

Director del Área de Tecnología e Innovación  
Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento  
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)





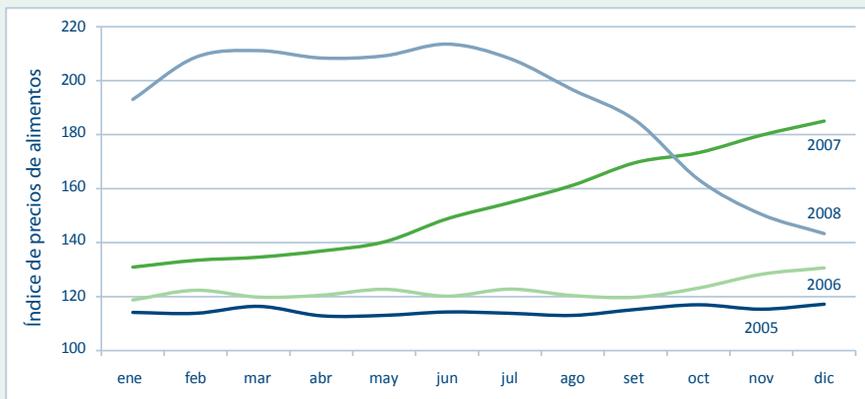
# ■ 1. El entorno internacional y regional

## 1.1. Situación agroalimentaria actual y la tecnología

En los últimos años, en el contexto internacional se ha presentado un aumento en la volatilidad de los precios de los alimentos, al cual la región de América Latina y el Caribe (ALC) se encuentra expuesta. Tal y como se muestra en la Figura 1, desde el año 2005 se registró un aumento en el nivel de los precios, con una tendencia creciente cada año hasta mediados del 2008. Si se considera el punto más alto en el índice, se nota un aumento del 80% en los precios con respecto a 2005.

Este aumento en la volatilidad se refleja en productos de importancia económica que son básicos para la alimentación. Tal como se muestra en el Cuadro 1, los precios de grupos de productos como cereales, aceites, productos lácteos y, en menor medida, carnes, han presentado una tendencia bastante significativa hacia el crecimiento. A nivel de productos específicos, se nota el crecimiento de los precios del trigo, el maíz, los aceites, la mantequilla, los quesos y la leche en polvo en todas sus presentaciones.

**Figura 1.**  
**Índice de precios de los alimentos (2002-2004=100):**  
**tendencias anuales (2005-2008).**



Fuente: Datos: FAO, Índices de precios de los alimentos.  
Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

El Instituto Internacional de Investigaciones en Política Alimentaria (IFPRI) señala cuatro grandes factores que a nivel mundial están incidiendo en el aumento de los precios de los alimentos (Braun 2007):

- Incremento en la demanda de productos alimenticios, debido al crecimiento demográfico que han experimentado algunos países en desarrollo, en especial China e India.
- Cambios en los hábitos de consumo, ya que, con el crecimiento económico que han experimentado estos países y los procesos de urbanización y desarrollo que se han venido dando, su población tiene mayor capacidad de adquirir alimentos más sanos y de mayor calidad.
- Bajos niveles en los inventarios de cereales a escala mundial, a causa de que varios países productores experimentaron bajos niveles en la producción de alimentos, lo cual en algunos casos se puede explicar por una reducción en el área cosechada y por los efectos de las malas condiciones del tiempo.

- Un cambio en el uso de los cultivos alimenticios hacia la producción de energía: ante el aumento en los precios de los combustibles fósiles, se ha estado incentivando la producción de etanol y diésel con base en productos agrícolas, especialmente maíz, aceites vegetales y azúcar, entre otros. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la producción de este tipo de biocombustibles se triplicó en el período 2000-2007 y ha llegado a representar cerca del 2% del consumo mundial de combustibles para el transporte.

**Cuadro 1.**  
Crecimiento anual de índices de los precios en productos y grupos de alimentos en períodos seleccionados.

Grupo de productos	Períodos		
	1995-2000	2000-2005	2005-2008*
<b>Cereales</b>	<b>-10,8%</b>	<b>5,3%</b>	<b>25,9%</b>
Trigo	-12,2%	5,9%	28,6%
Maíz	-10,3%	3,6%	25,7%
Arroz	-9,1%	8,1%	17,5%
Cebada	-8,5%	3,3%	26,2%
<b>Carnes</b>	<b>-2,9%</b>	<b>4,8%</b>	<b>-1,4%</b>
Bovina	0,2%	5,6%	1,1%
Ovina	-2,7%	7,4%	0,8%
Porcina	-8,4%	3,5%	-9,1%
Pollo	0,8%	4,7%	2,4%
<b>Aceites</b>	<b>-8,3%</b>	<b>8,7%</b>	<b>21,7%</b>
Aceite de soya	-9,9%	10,0%	24,8%
Aceite de palma	-11,6%	10,4%	34,4%
Aceite de girasol	-8,4%	20,4%	-7,0%
Aceite de oliva	-10,9%	14,3%	-8,6%
<b>Lácteos</b>			
Mantequilla	-7,5%	11,6%	24,1%
Quesos	-3,6%	8,3%	22,2%
LPD	-5,0%	3,1%	23,3%
LPE	-4,0%	3,8%	27,5%

\* Datos a abril del 2008  
Fuente: IICA 2008.

Este nuevo escenario mundial ha vuelto a poner en evidencia el preponderante papel de la agricultura, no solo como fuente imprescindible para garantizar una adecuada disponibilidad de alimentos, sino también en su papel de proveedora de materias primas para la agroindustria.

El análisis de esta situación ha causado una preocupación a nivel global por la disponibilidad y el acceso a productos básicos para la alimentación, por las expectativas de crecimiento económico y por el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio vinculados con el combate contra la pobreza. La presión hacia el alza que ejercen estos y otros factores sobre los precios de los alimentos provoca, en el ámbito económico, diferentes consecuencias de gran importancia, dado que varios países de ALC son importadores netos de alimentos, debido a que no producen, en el ámbito local, la cantidad requerida por su propia población. Si bien en algunas regiones de las Américas hay crisis de disponibilidad alimentos, en otras la situación es distinta y los mayores precios han favorecido a los productores, tal como ha sucedido en el Cono Sur.

Analizado desde el punto de vista de la tecnología y la innovación, este contexto de precios internacionales variables de los alimentos puede generar desequilibrios en el acceso a alimentos en los países así como incertidumbre para planificar estrategias de producción de alimentos. Esto incide indudablemente en la identificación de prioridades de investigación dirigida a dar respuesta a los componentes de seguridad alimentaria, como son la disponibilidad de alimentos y el acceso a estos. En particular, la situación cambiante de los precios plantea incertidumbre en la agenda tecnológica con respecto a los rubros agropecuarios en que se hará mayor o menor énfasis en el corto y mediano plazos y las estrategias de investigación.

Ante este panorama, entre las alternativas de políticas que los países tienen a su disposición para revertir la situación en el largo plazo, se encuentran aquellas dirigidas al fortalecimiento de la producción y a la diversificación de la agricultura. Así, las políticas de fomento de la investigación, la extensión y la innovación tecnológica juegan un papel fundamental para mejorar la disponibilidad de alimentos y el acceso a estos en cantidad y calidad suficientes para la población y como medio para reducir la pobreza agregada. Es bien sabido que la



investigación agropecuaria tiene efectos directos e indirectos sobre la pobreza. Uno de estos últimos es una reducción de los precios que beneficia a los consumidores, derivada del aumento de la producción de alimentos. Este impacto depende, en gran medida, de la elasticidad de los precios de la demanda, siendo más notoria en aquellos casos en que el cambio tecnológico se registra en productos con demanda inelástica, como es el caso de los granos básicos, rubro en que los pobres urbanos captan los mayores beneficios. En contraste, en el caso de productos de exportación, con demanda muy elástica, los beneficios se trasladan al excedente del productor.

## 1.2. Otros elementos del entorno

Desde la perspectiva de la tecnología agropecuaria, los elementos del entorno destacados en el informe anterior (IICA 2007) siguen vigentes y, en algunos casos, se han intensificado:

**Cambio climático:** Cada día hay más información sobre su impacto en la agricultura y sobre el efecto de algunas prácticas agrícolas sobre la emisión de gases de efecto invernadero. Al crecer las evidencias sobre este fenómeno, surgen programas de investigación para comprender o mitigar su impacto. Algunos ejemplos de los temas de investigación relacionados con el cambio climático son el desarrollo de cultivares mejor adaptados a los cambios de temperatura, suelo y disponibilidad de agua, la evaluación de especies o variedades para diversificación, el afinamiento de técnicas de conservación de suelo y agua, el desarrollo de tecnologías de manejo de animales y plantas para disminuir la emisión de gases que aumentan el efecto invernadero. Son relevantes iniciativas como la del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), que en 2008 lanzó una convocatoria para el financiamiento de proyectos regionales de investigación en el tema del cambio climático.

Continúan las marcadas **brechas** entre los países de ALC y dentro de ellos, no solo en su situación social, sino también en cuanto al acceso de los productores rurales/marginales a las innovaciones que permitirían revertir la pobreza rural creciente.

**Propiedad intelectual:** Hay una necesidad cada vez mayor de crear capacidades para gestionar diferentes tipos de mecanismos de protección de los bienes públicos, sean estos apropiables o no,

en particular los resultantes de investigaciones realizadas mediante la acción conjunta entre países. Esto también implica el desarrollo de alianzas público-privadas. Son de particular interés las tecnologías sustentadas en los recursos genéticos de dentro de la región y fuera de ella. El mayor acceso a mercados internacionales potencia la demanda por productos diversificados, de calidad, inocuos y trazables, lo cual genera demandas sobre la tecnología para producirlos.

**Avances tecnológicos:** En el mundo continúa el rápido avance científico en algunos campos, como la genómica, con acceso público a los mapas genéticos de un número cada vez mayor de especies de interés para el sector agropecuario, tanto de animales, vegetales y microorganismos. Esto ha favorecido el desarrollo acelerado de líneas de investigación en mejoramiento genético (particularmente vegetal), asistido con el uso de técnicas de biología molecular. Los países de ALC también han incursionado en este campo, al igual que en otras líneas novedosas, como el caso de la nanotecnología, pero sin asumir un liderazgo con respecto a otras regiones del mundo.

**Prioridades de la investigación internacional:** Las prioridades de los centros internacionales del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR según sus siglas en inglés) han venido cambiando desde la década de los noventas, con una disminución de los recursos invertidos en ALC de alrededor del 18% de su presupuesto a fines de la década de los noventas a valores de 12% a 14% en los últimos años (CGIAR 2000, 2005, 2007). Actualmente en el CGIAR se encuentra en marcha un proceso de cambio, con respecto al cual ALC aboga por la renovación del papel y la presencia de este grupo en la región (FORAGRO 2008).

**Recursos genéticos, biotecnología y bioseguridad:** Los aspectos relacionados con el acceso y la utilización de los recursos fitogenéticos y la bioseguridad desde la perspectiva ambiental, agrícola y de la salud humana siguen ocupando un plano de gran importancia. En el primer caso, está en proceso la actualización de la situación de los recursos fitogenéticos a nivel mundial y, por ende, de la Región, impulsada por la FAO, así como la adopción y ratificación por varios países del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. En el segundo, la implementación del Protocolo de Cartagena sobre



la seguridad de las biotecnologías por parte de los países. Por ejemplo, se ha venido avanzando en el análisis e instrumentación de varios artículos, entre los cuales se destacan los relacionados con la comercialización de organismos vivos genéticamente modificados, sobre los permisos y procedimientos y sobre responsabilidad y compensación, entre otros temas. En general, ambos acuerdos han llevado a los países a intensificar el desarrollo de sus propias normativas para la implementación.

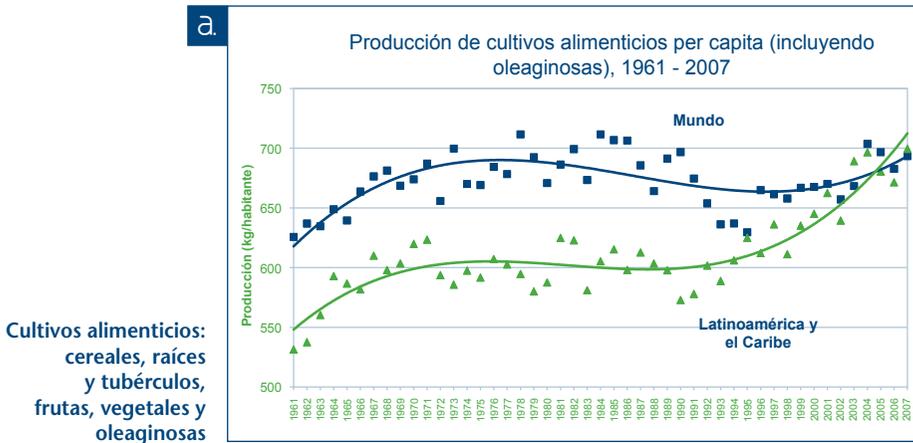
**Agroenergía:** Entre las oportunidades y los roles que se le atribuyen a la agricultura del siglo XXI, se encuentra ser un sector proveedor de energía producida con base en biocombustibles. Esto representa un desafío para la agenda tecnológica y las prioridades de investigación de los países, dado que la producción de biocombustibles debe darse en una forma tal que evite impactos ambientales negativos y que no vaya en detrimento de la seguridad alimentaria de la población. Hay un gran reto en términos de políticas y de una institucionalidad tecnológica que permita aprovechar en forma más sostenible la biodiversidad para nuevas fuentes de biocombustibles, así como usar adecuadamente tierras y aguas y conservar ambos recursos, entre otros muchos aspectos.



## 2. Desempeño y evolución reciente de la producción agrícola desde la óptica de la tecnología e innovación

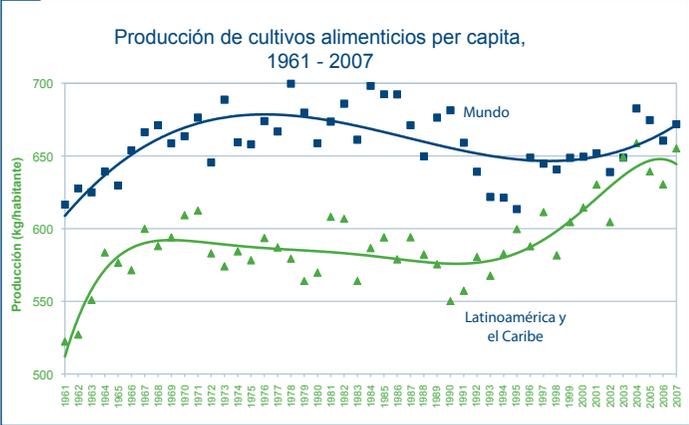
En los últimos años, tanto en ALC como en el mundo se ha dado una tendencia al aumento de la producción de alimentos per cápita (Figura 2a). Sin embargo, si se excluyen las oleaginosas, cuyo desempeño está fuertemente influenciado por la ampliación de la siembra de soja transgénica en el Cono Sur, la curva correspondiente a ALC se aleja de la tendencia creciente en los últimos años de la serie, ampliándose la brecha entre ALC y el resto del mundo (Figura 2b).

**Figura 2.**  
Producción de cultivos alimenticios por habitante, 1961-2007.



Fuente: Datos: FAOSTAT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

b.

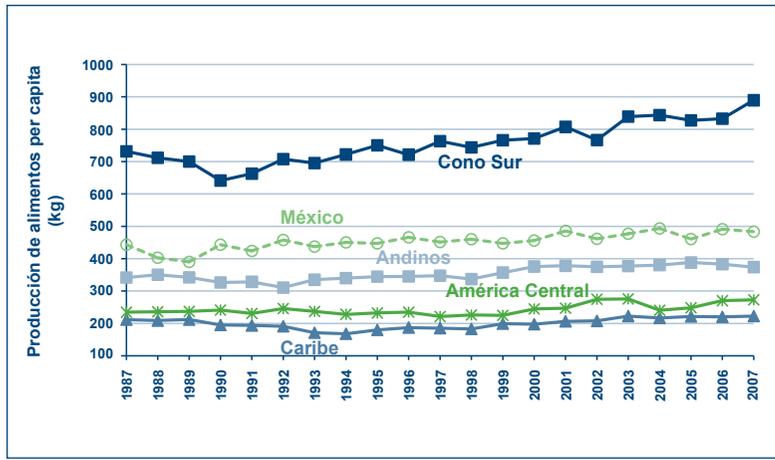


Cultivos alimenticios: cereales, raíces y tubérculos, frutas y vegetales

Fuente: Datos: FAOSTAT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Además de esta tendencia general, en ALC se mantiene una clara diferenciación entre regiones. El Cono Sur ha asumido el rol de “proveedor de alimentos”, con una mayor producción de ellos y con tasas de crecimiento positivas, mientras en las demás regiones no ha habido avances significativos (Figura 3).

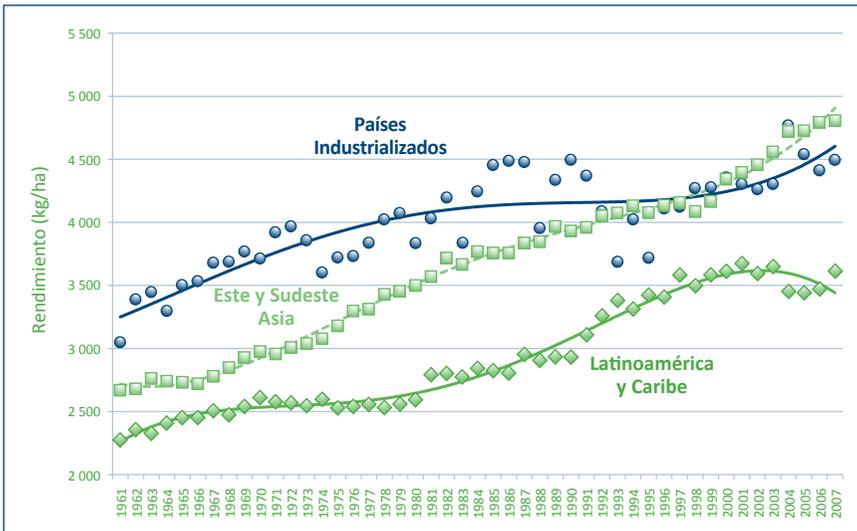
**Figura 3.**  
Producción de alimentos per cápita en América Latina y el Caribe, 1987-2007.



Fuente: Datos: FAOSTAT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.  
Nota: Alimentos incluye cereales, raíces y tubérculos, carne, leche y huevos

Si en lugar de analizar la producción total por habitante, se considera la producción media de cultivos alimenticios (incluidas las oleaginosas) por hectárea cosechada en ALC, en esta región se detecta una preocupante tendencia decreciente a partir del 2002, la cual no se manifiesta en otras regiones del mundo (Figura 4). Incluso en este y sudeste de Asia, es notable el aumento del rendimiento que se ha dado en los últimos años. Este indicador agregado puede reflejar variaciones en una serie de elementos, tales como modificaciones en la estructura productiva, incorporación de tierras marginales o menor inversión en cultivos alimenticios por pérdida de competitividad relativa. Pero también puede alertar sobre deficiencias en la incorporación de tecnologías adecuadas en los sistemas productivos, lo cual puede originar la ampliación de la brecha tecnológica de ALC con otras regiones competidoras del mundo.

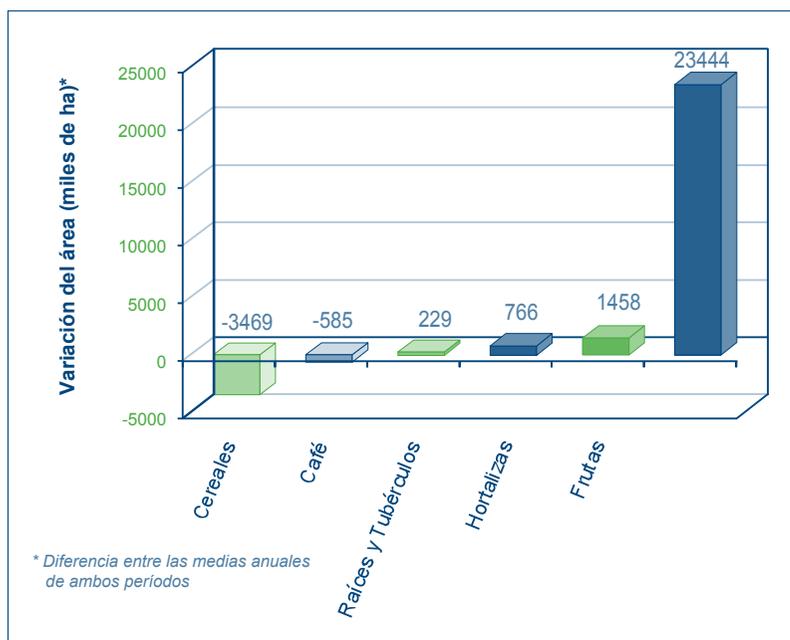
**Figura 4.**  
Producción de cultivos alimenticios por hectárea, 1961-2007.



Fuente: Datos: FAOSTAT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Al comparar la situación actual con la de hace 20 años, en ALC se han registrado crecimientos importantes en el área dedicada al cultivo de frutas, hortalizas y particularmente oleaginosas (soya, girasol y palma africana), mientras ha decrecido la superficie dedicada a rubros como cereales, café y raíces y tubérculos para los períodos analizados (Figura 5).

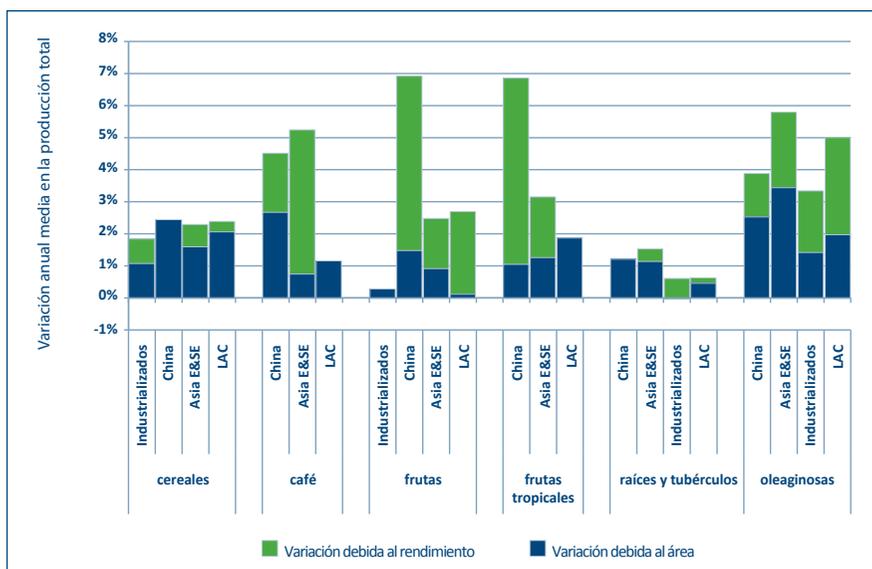
**Figura 5.**  
**Variaciones en la estructura de producción en rubros económicamente importantes en América Latina y el Caribe, 1985/87 - 2005/07.**



Fuente: Datos: FAOSTAT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Desde la óptica tecnológica, esto tiene particular relevancia, ya que es en estos últimos rubros en que tradicionalmente se han dado los mayores esfuerzos públicos (nacionales o internacionales) dirigidos a desarrollar opciones tecnológicas. De hecho, en estos rubros los incrementos en la producción que se han dado a lo largo de la historia se han debido fundamentalmente al aumento de la producción por área, mientras en el caso de las frutas, cuya importancia ha crecido en forma significativa, los aumentos en la producción se han debido casi totalmente a la incorporación de nuevas áreas (Figura 6).

**Figura 6.**  
Contribución del rendimiento y del área a la producción  
en el mundo, por producto, 1961-2007.

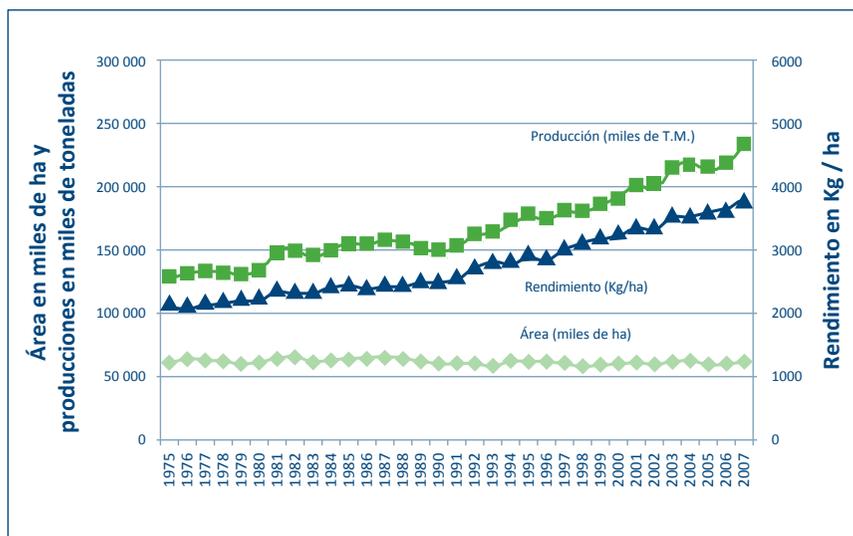


Fuente: Datos: FAOSTAT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Nota: El rubro "frutas" incluye todas las frutas, excepto melón; El porcentaje para "frutas tropicales" fue estimado con los datos de mango, papaya y bananos.

La importancia del aumento en el rendimiento sobre la producción de cultivos alimenticios básicos se aprecia con claridad en las tendencias que muestra la Figura 7. Dado que fue en estos cultivos en que los esfuerzos nacionales e internacionales dirigidos al desarrollo e incorporación de tecnologías que mejoraran la producción por unidad de área fueron más notables, esta tendencia evidencia que la tecnología puede hacer un aporte significativo para mejorar el desempeño de los sistemas productivos y la disponibilidad de alimentos.

**Figura 7.**  
Tendencias en la producción de cultivos básicos  
(cereales, raíces y tubérculos, frijol), 1975-2007.

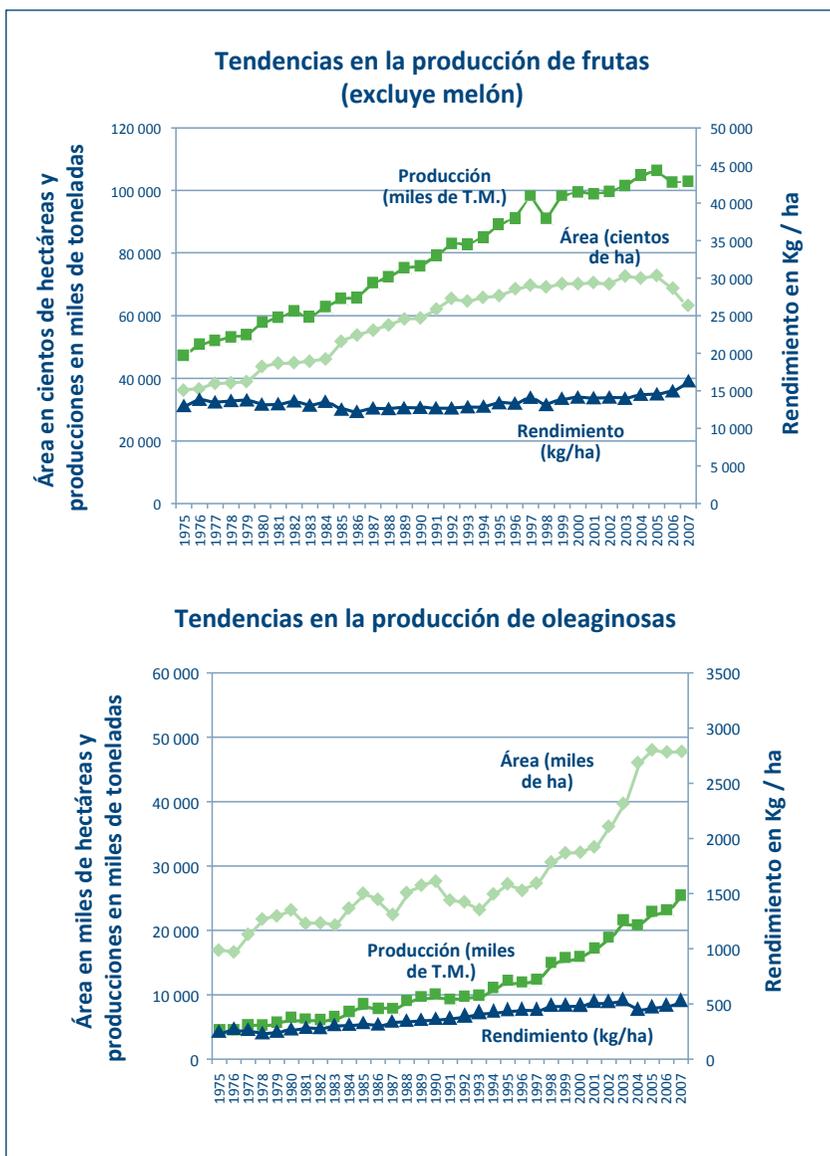


Fuente: Datos: FAOSTAT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Por el contrario, en la Figura 8 se observan las tendencias en dos grupos de cultivos que tradicionalmente no han sido objeto de tantos esfuerzos investigativos. Tanto en frutas como en oleaginosas, las tendencias de la producción corresponden a variaciones en el área sembrada, con un efecto poco significativo del rendimiento. En el caso de las frutas, en los dos últimos años se observa cierto cambio en esta tendencia, lo cual podría indicar que está aumentando la incorporación de tecnologías en estos rubros. En el caso de las oleaginosas, cuya producción también está determinada más por aumentos de área que de rendimiento, el crecimiento acelerado del área de soya, particularmente en el Cono Sur, tiene una fuerte influencia sobre los datos. Cerca del 90% de la soya sembrada en Argentina –con una rentabilidad elevada para los productores en los últimos diez años– es transgénica. Su producción depende de países industrializados, ya que son estos los que proveen la semilla modificada genéticamente y los insumos requeridos para el cultivo (Piñeiro 2007)<sup>2</sup>.

2. Este autor destaca que aún son desconocidos los efectos ambientales de la expansión de la soya a áreas marginales o a aquellas previamente ocupadas por otros cultivos y ganado (Piñeiro 2007).

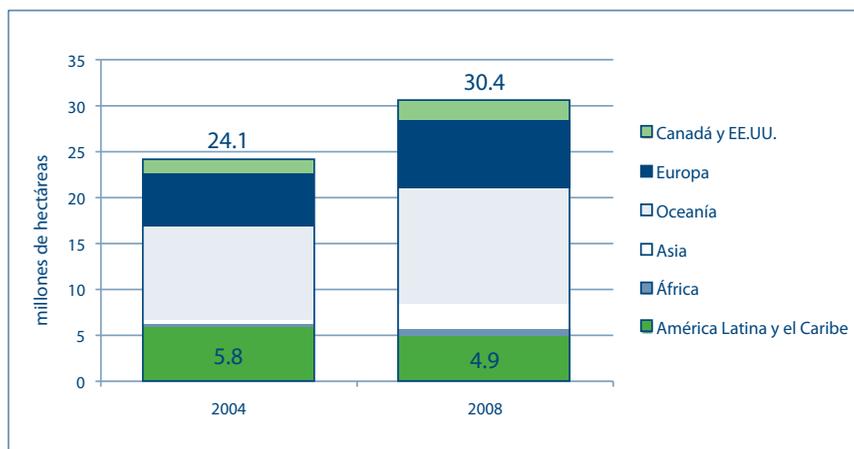
**Figura 8.**  
Tendencias en la producción de frutas y oleaginosas,  
1975-2007.



Fuente: Datos: FAOSTAT; elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Una de las modalidades productivas que ha adquirido gran importancia en ALC, al igual que la siembra directa y la agricultura de precisión, es la agricultura orgánica. Sin embargo, de 2004 a 2008 el área bajo manejo orgánico disminuyó en esta región, pasando de 5,8 millones de hectáreas en 2004 a 4,9 millones en 2008 (Figura 9). Los continentes con mayor proporción de área bajo manejo orgánico siguen siendo Oceanía y Europa.

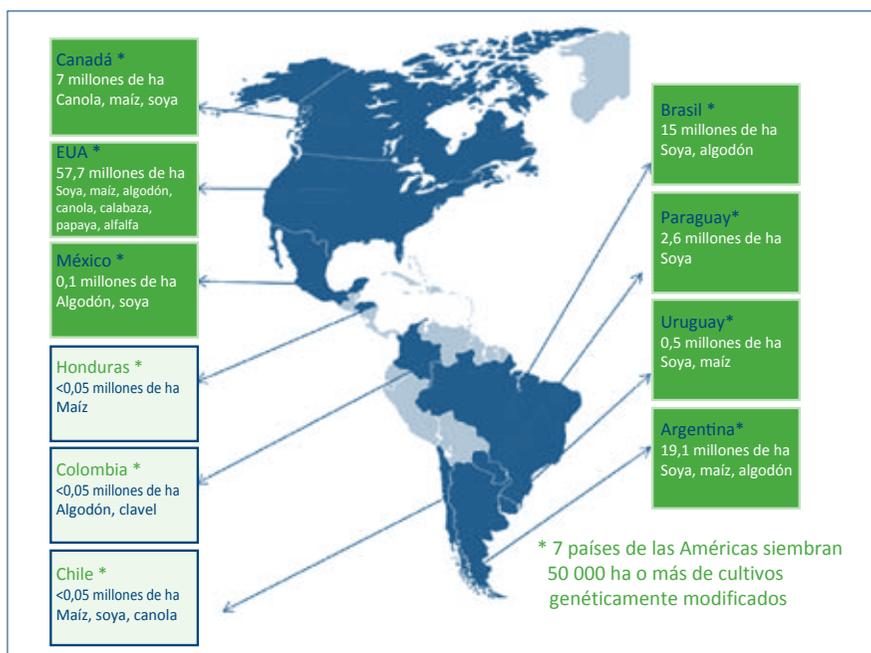
**Figura 9.**  
**Área total bajo manejo orgánico – distribución entre continentes (cifras en millones de hectáreas).**



Fuentes: Datos: Willer y Yussefi 2004; y Willer, Yussefi-Menzler y Sorensen 2008. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Por otra parte, la agricultura basada en organismos genéticamente modificados empieza a crecer rápidamente en otros países de ALC además de Argentina (segundo productor mundial de estos cultivos), como ha sucedido en Brasil, Paraguay, Uruguay, México, Colombia, Chile y Honduras (Figura 10).

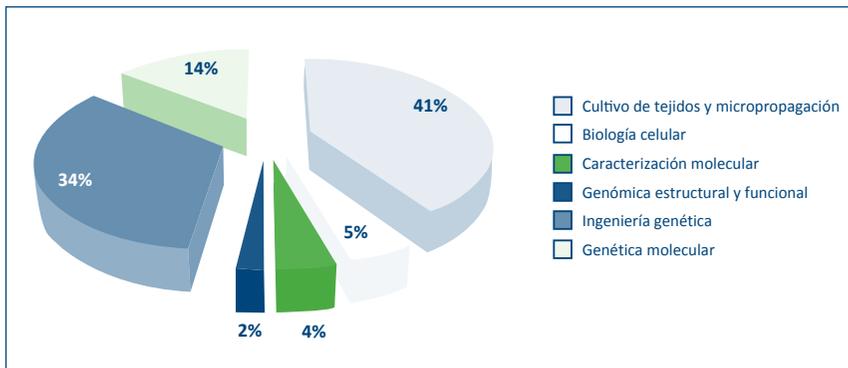
**Figura 10.**  
Producción de cultivos genéticamente modificados  
en las Américas (2007).



Fuente: Datos de James 2008. Elaboración: Área de Biotecnología y Bioseguridad, IICA.

Las técnicas de la biotecnología, cabe recordar, no corresponden solo a la ingeniería genética. Según información recopilada en el 2005, el cultivo de tejidos y la micropropagación son los temas biotecnológicos más frecuentes en los países de ALC (Figura 11). Esto es importante porque amplios segmentos de la sociedad y algunos tomadores de decisiones, sobre todo aquellos de otros sectores distintos al agrícola, asocian la biotecnología con la obtención de organismos genéticamente modificados. Cada país es soberano de elegir el tipo de tecnología y productos para su agricultura, pero en general las agrobiotecnologías son útiles para mejorar los sistemas productivos de agricultura, tanto aquellos asociados a la agricultura comercial convencional como a aquella de pequeña escala.

**Figura 11.**  
Biotecnología: áreas temáticas cubiertas en los países.



Fuentes: FORAGRO 2006. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.





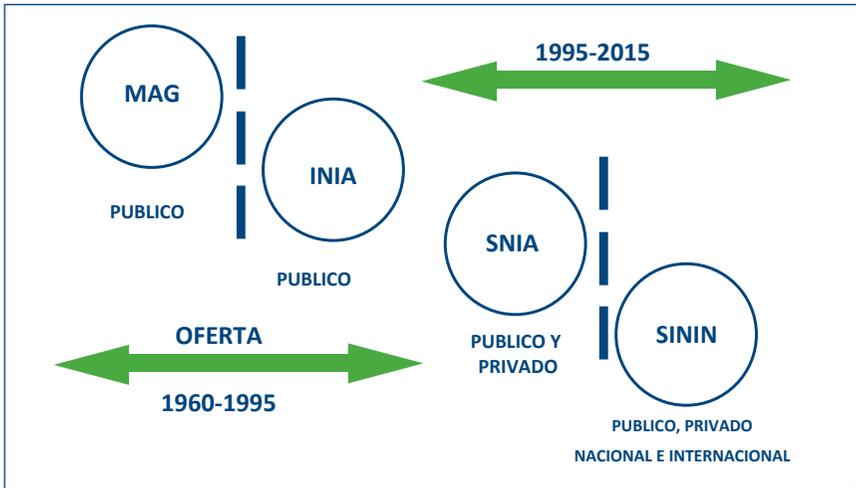
## ■ 3. Evolución de la institucionalidad para la investigación e innovación agropecuaria

### 3.1. **Ámbito nacional**

La institucionalidad para impulsar el cambio tecnológico agropecuario en las Américas ha evolucionado en las últimas tres décadas, aunque no con la intensidad y la celeridad requeridas por los desafíos que se deben enfrentar tanto en el entorno de los países como en el contexto internacional. En esencia, el gran salto ha sido pasar de un modelo centrado en la oferta de tecnologías a un modelo de oferta-demanda. El primero fue característico de la segunda mitad del siglo XX, y estuvo representado principalmente por los departamentos de investigación agropecuaria (DIA) de los ministerios de agricultura y luego por los institutos nacionales de investigación (INIA) en gran parte de los países. Desde finales del siglo pasado a la fecha, la institucionalidad se caracteriza más por la existencia de sistemas nacionales de investigación (SINIA), de existencia implícita en la mayoría de los países o explícita en Costa Rica, Honduras y Uruguay, países en que se ha constituido un sistema de innovación tecnológica general que incluye al sector agropecuario. Así, la evolución de la institucionalidad se dirige, gradual y lentamente, hacia la adopción de políticas y esquemas de gestión y desarrollo del cambio tecnológico en el marco de un modelo que se caracterizará más por la presencia de los SINIA

(Figura 12). La esencia de este modelo es que se centra principalmente en atender la demanda e implica considerar varias fuentes de conocimiento para atender las necesidades y demandas, establecer alianzas público-privadas en el más amplio sentido de la palabra y articular y trabajar en red con múltiples actores ubicados a lo largo de las cadenas agroproductivas.

**Figura 12.**  
Cambio institucional: de la generación y transferencia a la innovación tecnológica.



Fuentes: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

En el ámbito nacional, en varios países los INIA siguen siendo la principal fuente de producción de conocimientos y tecnologías como bienes públicos. Sin embargo, desde la perspectiva de las inversiones en investigación y actores no públicos que desarrollan estas actividades, hay casos relevantes como los de Colombia, con los llamados “Cenis” (palma africana, café y caña de azúcar, para citar algunos); Honduras (FHIA y la Universidad Zamorano) y Brasil, con importantes actores de la investigación en los ámbitos público y privado en los estados.

Otro fenómeno que está ocurriendo en los últimos dos años, acentuado por la necesidad de atender los desafíos de la seguridad alimentaria y llenar el vacío que se produjo –sobre todo para la agricultura de pequeña escala– con el desmantelamiento de los

sistemas de transferencia de tecnología y extensión en varios países, es el de fortalecer o rediseñar estos sistemas y, en algunos casos, vincularlos más estrechamente con la investigación. En Venezuela, por ejemplo, el Ministerio de Agricultura y el de Ciencia y Tecnología juegan un papel fundamental de apoyo a la investigación y la innovación tecnológica orientada a la agricultura de pequeña escala, habiéndose constituido las redes socialistas de innovación tecnológica (RSIP). Por otra parte, en algunos países como Brasil, Argentina y Uruguay, los INIA han incorporado programas específicos para la agricultura familiar.

Otro aspecto importante es el papel de algunas universidades, no solo en la formación de profesionales en las ciencias agropecuarias, sino también en la realización de investigaciones e innovaciones agropecuarias, como el caso de la Universidad Agraria La Molina en el Perú; la Universidad de Chapingo y el Colegio de Postgraduados en México; varias universidades de Brasil, entre ellas la Universidad de Campinas (UNICAMP), en São Paulo; la Universidad de San Carlos, en Guatemala; la Escuela Zamorano, en Honduras; y la Universidad de las Antillas Occidentales, en el Caribe, entre muchas otras. Otro actor muy relevante en materia de investigación y educación a nivel de posgrado a nivel regional es el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ubicado en Turrialba, Costa Rica.

Un estudio realizado por el IICA a principios de la década del 2000 con la colaboración de la FAO, orientado a constituir un directorio de instituciones de investigación, logró identificar cerca de 370 instituciones en ALC que realizan investigación agropecuaria de diversos tipos y niveles (desde el básico-orientado hasta el aplicado) y cerca de 23 000 investigadores, con diferente intensidad de dedicación y diversos tipos de formación. De acuerdo con los datos preliminares de un reciente estudio de la iniciativa de IFPRI Indicadores de Ciencia y Tecnología Agrícolas (conocida como ASTI, por sus siglas en inglés) (ver sección 3.3), en 2006 en el sector público de ALC había 18 000 investigadores agropecuarios profesionales, concentrados casi el 70% en Brasil, Argentina y México (Stads y Beintema 2008).

En cuanto a la extensión, no hay cifras actualizadas. Un sondeo general realizado por Alarcón et al. (1998) señalaba que la cantidad de extensionistas era de 65 000, incluidos los Estados Unidos, y cerca de 45 000 para ALC. Es muy probable que el número actual

de extensionistas en ALC sea mucho menor, debido al cierre de muchos de los programas públicos en la materia. Esto destaca la necesidad de actualizar estas cifras y establecer la situación actual de las diversas formas en que se están prestando servicios tecnológicos correspondientes al denominado “complejo transferencia de tecnología, asistencia técnica y extensión” según cada país. También es necesario conocer la evolución de diversas formas mediante las cuales se puede atender la agricultura de pequeña escala o familiar, sea en el marco de esquemas privados, de tercerización o público-privados.

### 3.2. Ámbitos regional e internacional

El reconocimiento de la existencia de problemas y oportunidades comunes de desarrollo tecnológico agropecuario en los ámbitos regional y subregional por un lado, los beneficios del desbordamiento tecnológico (spillovers) y la imposibilidad de que los países de menor tamaño relativo puedan desarrollar programas completos de investigación agrícola, hicieron surgir las primeras iniciativas para el intercambio de conocimientos y la investigación cooperativa. Uno de los más antiguos de estos esfuerzos es el IICA (años 40), en Turrialba, que luego dio origen al CATIE. Por otro lado, el otro centro subregional, que es el Instituto para la Investigación Agrícola y el Desarrollo del Caribe (CARDI), creado en los años setentas, opera como red en el ámbito de los países del Caribe, incluidos Belice y Guyana. El Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA); el Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Caficultura en Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Jamaica (PROMECAFE) y el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR) son los mecanismos más antiguos de movilización de conocimientos y cooperación recíproca y datan de finales de los años setentas y principios de los ochentas. Se centran en el intercambio de información, el desarrollo de proyectos regionales de investigación y la provisión de capacitación no formal, entre otras actividades.

Posteriormente en varias regiones se establecieron programas que siguieron el modelo del PROMECAFE y el PROCISUR, tales como el Programa Cooperativo de Innovación Tecnológica para la Región Andina (PROCIANDINO), para los cinco países de esa región; el Programa Cooperativo de Investigación, Desarrollo e Innovación



Agrícola para los Trópicos Suramericanos (PROCITROPICOS), para los ocho países de la cuenca amazónica; el Sistema Caribeño de Tecnología y Ciencias Agrícolas (PROCICARIBE), para los países del Caribe asociados al CARDI, incluidos República Dominicana, Surinam y Belice; el Programa de Cooperación en Investigación y Tecnología Agrícola de la Región Norte (PROCINORTE), para México, Estados Unidos y Canadá; y el Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (SICTA), para los países de Centroamérica y Panamá. La Figura 13 y el Cuadro 2 muestran la cobertura geográfica y temática que comprenden estos mecanismos cooperativos, cuyo impacto ha sido muy positivo para impulsar el cambio técnico agrícola en las regiones en que operan. La tasa interna de retorno, derivada de las evaluaciones de impacto de la investigación de esos programas cooperativos de investigación (PROCI) ha variado entre 23% y 110%, lo que muestra que al invertir en ellos los países se benefician (Alarcón y Ardila 1998). Los PROCI, integrados en su mayoría por los INIA y en algunos casos por instituciones del sector privado, como sucede en el PROMECAFE, son mecanismos de los países a los cuales el IICA brinda apoyo. Sus funciones han evolucionado, pues han pasado de la provisión de cooperación al intercambio de conocimientos a la realización de investigación conjunta, cuyos productos se obtienen mediante la integración de actores y activos de varias instituciones.

**Figura 13. Cobertura geográfica de los PROCI.**



Fuente: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

**Cuadro 2.**  
Temas y redes prioritarias de los PROCI.

Mecanismo de cooperación	Líneas prioritarias
PROCIANDINO	<b>Temas regionales estratégicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología</li> <li>• Biocombustibles</li> <li>• Seguridad alimentaria y agricultura familiar</li> <li>• Cambio climático y agricultura</li> <li>• Fortalecimiento institucional</li> </ul>
PROCITROPICOS	<b>Redes prioritarias:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroenergía</li> <li>• Cacao</li> <li>• Café</li> <li>• Recursos fitogenéticos</li> <li>• Acuicultura</li> <li>• Sistemas agrosilvopastoriles</li> </ul>
PROCISUR	<b>Líneas estratégicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sustentabilidad ambiental</b></li> <li>• <b>Calidad de las cadenas agroalimentarias</b></li> <li>• <b>Salto tecnológico de competitividad</b></li> <li>• <b>Agricultura orgánica</b></li> <li>• <b>Agricultura familiar</b></li> </ul> <b>Redes temáticas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Red de recursos genéticos (REGENSUR)</b></li> <li>• <b>Red de comunicadores e Imagen institucional</b></li> <li>• <b>Red de calidad institucional (QRED)</b></li> <li>• <b>Red de riesgo</b></li> </ul>
SICTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución de la Política Agrícola Centroamericana 2008-2017 (PACA). Eje de competitividad/ tecnología e innovación</li> <li>• Redes regionales de conocimiento por producto y área temática (REDCO-SICTA)</li> <li>• Frutas tropicales, granos básicos, recursos fitogenéticos nativos</li> <li>• Plan Regional de Innovación Tecnológica para la Seguridad Alimentaria: Granos básicos</li> <li>• Estrategia Regional de Agrobiotecnología y Bioseguridad</li> </ul>
PROMECAFE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicaciones geográficas y denominaciones de origen</li> <li>• Trazabilidad, acreditación, certificación</li> <li>• Sanidad e inocuidad</li> <li>• Cultivo in vitro, aclimatación, caracterización molecular</li> <li>• Cambio climático y la caficultura</li> <li>• Pago por servicios ambientales</li> <li>• Producción limpia o inocua</li> <li>• Agricultura de precisión, sistemas integrados de fitoprotección</li> </ul>

Fuente: IICA 2006.



Varias de las iniciativas arriba mencionadas han contado con apoyo internacional durante la etapa de formación e incluso hasta la fecha, como el caso de los PROCI, que reciben el apoyo del IICA, y el de FONTAGRO, al que apoyan el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el IICA. También merecen destacarse otros consorcios y redes especializadas; a) el Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR), para la investigación en arroz en Latinoamérica; b) el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN); c) la RIMISP - Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural; d) el Programa Regional Cooperativo de Papa (PRECODEPA), e) el Proyecto Red de Innovación Agrícola (Red-SICTA), establecido en el marco de la cooperación COSUDE-IICA; f) redes auspiciadas por la FAO, entre ellas la Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Agropecuaria para América Latina y el Caribe (REDBIO); g) la Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano para América Latina y el Caribe (MUSALAC), con el auspicio de Bioversity (ex IPGRI); y h) la Red Latinoamericana de Recursos Genéticos Forestales (LAFORGEN). Otras iniciativas importantes son las redes de cooperación entre países en recursos fitogenéticos que creó el IICA, la mayoría en funcionamiento en estrecha alianza con Bioversity y, en casos específicos, con el CATIE y el CARDI. En el Cuadro 3 se brinda información sobre la cobertura geográfica y temática de dichas redes, cuya mayoría funciona en el marco de los PROCI.

**Cuadro 3.**  
Redes de recursos fitogenéticos en las Américas.

Red	Países	Cobertura temática
<b>REMERFI</b> Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos	Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá	Fortalecimiento de programas nacionales. Conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> . Géneros prioritarios: <i>Pouteria</i> , <i>Persea</i> , <i>Theobroma</i> , <i>Annona</i> , <i>Cucurbita</i> , <i>Capsicum</i> , <i>Phaseolus</i> y <i>Zea</i> .
<b>REDARFIT</b> Red Andina de Recursos Fitogenéticos	Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela	Fortalecimiento de capacidades nacionales. Conservación y uso sostenible de RF. Cultivos prioritarios: frutas, raíces y tubérculos nativos de los Andes.
<b>TROPIGEN</b> Red Amazónica de Recursos Fitogenéticos	Bolivia, Brasil, Ecuador, Colombia, Guyana, Perú, Surinam	Conservación y uso sostenible de RF. Formación de capacidades. Géneros prioritarios: <i>Bactris</i> , <i>Theobroma</i> , <i>Ananas</i> y <i>Carica</i> .

<b>Red</b>	<b>Países</b>	<b>Cobertura temática</b>
<b>REGENSUR</b> Red de Recursos Genéticos del Cono Sur	Argentina, Bolivia, Uruguay, Paraguay, Chile	Mejoramiento de capacidades de países miembros para la conservación y uso de RF. Foro de discusión de temas de interés. Cultivos prioritarios: verduras, pasto, maíz, trigo, maní, frutales.
<b>CAPGERNet</b> Red de Recursos Fitogenéticos del Caribe	Antigua y Barbuda, Belice, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Guadalupe, Guyana, Haití, Islas Vírgenes, Jamaica, República Dominicana, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago	Coordinación regional para uso y conservación sostenible de RF. Intercambio de información, expertos y germoplasma.
<b>NORGEN</b> Red Norteamericana de Recursos Fitogenéticos	Canadá, Estados Unidos, México	Promoción de intercambio de información dentro de la red. Fortalecimiento de lazos con otras redes de RF.

Fuente: Ramírez 2008.

Además de los tres componentes mencionados —los INIA y otras instituciones nacionales, los centros regionales (CATIE y CARDI) y los programas de las regiones de ALC como los PROCi u otras redes especializadas— hay un cuarto componente representado por los centros internacionales de investigación del CGIAR. Las sedes de cuatro de esos centros se localizan en las Américas (CIMMYT, CIAT, CIP e IFPRI), algunas oficinas regionales de estos centros se establecieron en ALC (por ejemplo, el ISNAR, una división del IFPRI, tuvo su sede en Costa Rica hasta el 2008; Bioversity en Cali) y el ILRI, el CIFOR y el ICRAF han tenido oficinas o han realizado acciones directas en ALC. Todos estos centros llevan a cabo trabajos importantes de desarrollo tecnológico, en conjunto con científicos de los programas nacionales. Su principal énfasis de investigación ha sido el mejoramiento genético de cultivos alimenticios como trigo, maíz, arroz, frijol, papa y yuca. En los últimos años han realizado investigaciones en recursos naturales, conservación de recursos genéticos, cambio climático y en política agrícola y fortalecimiento institucional.



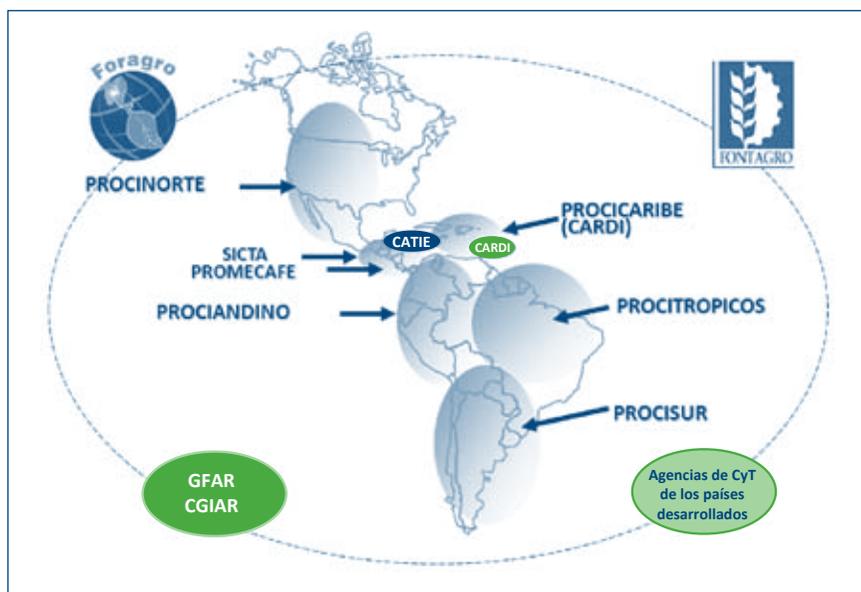
Este panorama institucional se enriqueció a finales de los años noventas y principios de la década del 2000, con un quinto componente, constituido por dos mecanismos hemisféricos denominados Foro de las Américas para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO) y el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), que intentan cubrir dos vacíos observados en el pasado en la articulación, eficacia y funcionamiento de los cuatro componentes descritos anteriormente (ver los siguientes recuadros).

**FORAGRO.** El Foro de las Américas para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico Agropecuario es concebido por sus constituyentes (instituciones de los sectores público y privado, universidades, ONG, gremios de productores, fundaciones privadas y centros de investigación internacional) como un mecanismo orientado fundamentalmente a facilitar la discusión sobre políticas tecnológicas y apoyar la definición de una agenda de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario de la región. El Secretariado Técnico del Foro opera en el Área de Tecnología e Innovación del IICA. Un papel central de este foro es abogar (advocate) por la investigación y el desarrollo (I+D) e influenciar en la formulación y aplicación de políticas nacionales, regionales e internacionales que fomenten el desarrollo agropecuario desde la perspectiva tecnológica. Esta concepción no se aparta del hecho de que sus constituyentes y el propio Foro actúan en un contexto, aunque con variaciones en algunas subregiones, caracterizado por el impulso a la integración política y económica de las Américas y la globalización, y con la idea de que cada vez es más necesario operar en redes de conocimientos. El FORAGRO es miembro pleno del Foro Global de Investigación Agrícola (GFAR) e interactúa con otros foros continentales. Su misión es viabilizar soluciones para el desarrollo agropecuario y forestal de los países de las Américas, mediante la promoción del diálogo y las alianzas técnicas y políticas entre los diversos actores que conforman los sistemas nacionales, regionales e internacionales de investigación y desarrollo tecnológico, y de estos con aquellos que influyen su desempeño. En la V Reunión del FORAGRO, realizada en Montevideo en julio del 2008, los constituyentes acordaron enfocar sus esfuerzos en los siguientes temas: a) políticas y cambios organizacionales para gestionar la protección o apropiación de los bienes públicos resultantes de los procesos de investigación e innovación; b) gestión de la información, la comunicación y el aprendizaje colaborativo entre actores para la innovación tecnológica agropecuaria; c) adaptación al cambio climático con énfasis en suelos y agua; d) innovaciones institucionales para la investigación e innovación en apoyo a la agricultura familiar en su contribución a la seguridad alimentaria; e) conservación y utilización de los recursos genéticos; f) desarrollo y utilización segura de nuevas biotecnologías agrícolas; g) promoción de las innovaciones tecnológicas para la agricultura sustentable; y h) desarrollo de la agroenergía sin menoscabo de la seguridad alimentaria. También acordaron desarrollar una nueva agenda conjuntamente con el sistema del CGIAR, con miras a lograr una presencia renovada de dicho sistema en ALC. El FORAGRO tiene un documento posicional sobre las preocupaciones y las oportunidades del CGIAR en la Región y la necesidad de renovar alianzas con el Sistema y sus centros.

**FONTAGRO.** Es un mecanismo para promover la investigación agropecuaria estratégica de interés regional, con la participación directa de los países de ALC y más recientemente de España, a través de la financiación de proyectos regionales de investigación. El Fondo tiene como fin promover el incremento de la competitividad del sector agropecuario, asegurando el manejo sostenible de los recursos naturales y la reducción de la pobreza, mediante el desarrollo de tecnologías con características de bienes públicos transnacionales, facilitando el intercambio de conocimientos científicos, tanto dentro de la región como con otras regiones del mundo. Básicamente los 15 países miembros aportan al capital del Fondo, que se estima en unos US\$52 millones. La renta anual que estos recursos generan se utiliza para el financiamiento no-reembolsable de proyectos regionales de investigación estratégica. También hacen aportes para convocatorias y proyectos específicos el CGIAR, el BID y otras organizaciones. Hasta el presente, el FONTAGRO ha financiado 56 proyectos por un valor total de casi US\$54 millones entre los aportes directos del Fondo (unos US\$19 millones) y las contrapartidas de los socios de los proyectos en los países. Los países y organizaciones que contribuyen al Fondo participan a través de un Consejo Directivo, que es responsable de la identificación de prioridades y del establecimiento de las políticas y procedimientos operativos para la selección de propuestas de proyectos de investigación y su aprobación. El Consejo Directivo cuenta con el apoyo de una Secretaría Técnica Administrativa, la que coordina aspectos técnicos, legales, financieros y administrativos, temporalmente ubicada en la sede del BID en Washington, D.C. El Fondo cuenta también con el apoyo del IICA en aspectos técnicos, divulgativos, evaluaciones de impacto, apoyo al seguimiento para la ejecución de proyectos regionales de investigación e impulso a nuevas membresías. Los temas prioritarios del FONTAGRO establecidos en su PMP 2005-2010 son: productividad y sostenibilidad de cadenas de valor; sanidad e inocuidad de productos y alimentos; agricultura viable de pequeña escala; manejo de agua y suelos; caracterización, mejoramiento y optimización de recursos genéticos; y políticas, actividades sectoriales y fortalecimiento institucional. Los cultivos y las actividades definidos como prioritarios son cereales, leguminosas, hortalizas, oleaginosas, frutas y frutas tropicales, cultivos industriales, raíces, tubérculos y medicinales, forrajes y ganadería, forestales, acuicultura, diseño de políticas y fortalecimiento institucional.

El esquema de la Figura 14 muestra los cinco componentes y los dos nuevos mecanismos descritos, en apoyo a una investigación agrícola de avanzada, tanto en el ámbito de país como en los niveles regional y subregional. Aun admitiendo que esta estructura organizacional puede y debe perfeccionarse en sus componentes y mecanismos de apoyo, no cabe duda de que el sistema regional constituye una plataforma valiosa para construir y enfrentar los desafíos tecnológicos de la región en el nuevo milenio.

**Figura 14.** Sistema Regional de Investigación.



Fuente: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

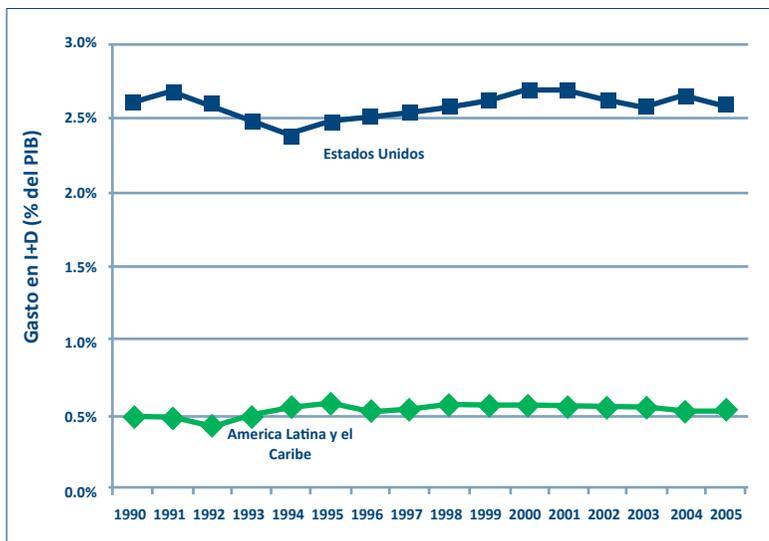
### 3.3. La inversión en ciencia y tecnología

En la actualidad es particularmente instructivo analizar las ciencias agrícolas en el contexto de la inversión en ciencia general, ya que avances tecnológicos en ciencias como las relacionadas con la genética y la información tornan difusos los límites entre las ciencias agrícolas y las otras ciencias (Pardey et al. 2006).

Según un estudio del BID sobre educación, ciencia y tecnología en ALC (IDB 2006), los países de ALC reconocen que el desarrollo de capacidades e infraestructura para ciencia, tecnología e innovación es esencial para su desarrollo económico y competitividad. Pero que, a pesar de mejoras en los indicadores de algunos países, el apoyo al desarrollo de capacidades para la innovación no ha estado a la altura de las necesidades ni del desafío. Afirman que la región está muy por debajo de los países tecnológicamente avanzados en indicadores claves de capacidad en ciencia y tecnología (CyT) e innovación, que esta brecha es creciente y que también hay diferencias significativas entre los países de la región (IDB 2006).

La intensidad de las inversiones en investigación y desarrollo en relación con el Producto interno bruto (PIB) se ha mantenido cercana al 0,5% en ALC, con una leve tendencia decreciente en los primeros años del tercer milenio (Figura 15). Como comparación, esta intensidad es inferior a la quinta parte de la de Estados Unidos. El índice de dependencia tecnológica que calcula la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) como razón entre las patentes solicitadas por no residentes y las solicitadas por residentes, muestra una tendencia creciente durante la década de los noventas y una estabilización en el nuevo milenio, debida en gran parte a la disminución del índice en el caso de Brasil.

**Figura 15.**  
**Intensidad de las inversiones en investigación y desarrollo**  
**(porcentaje del PIB).**

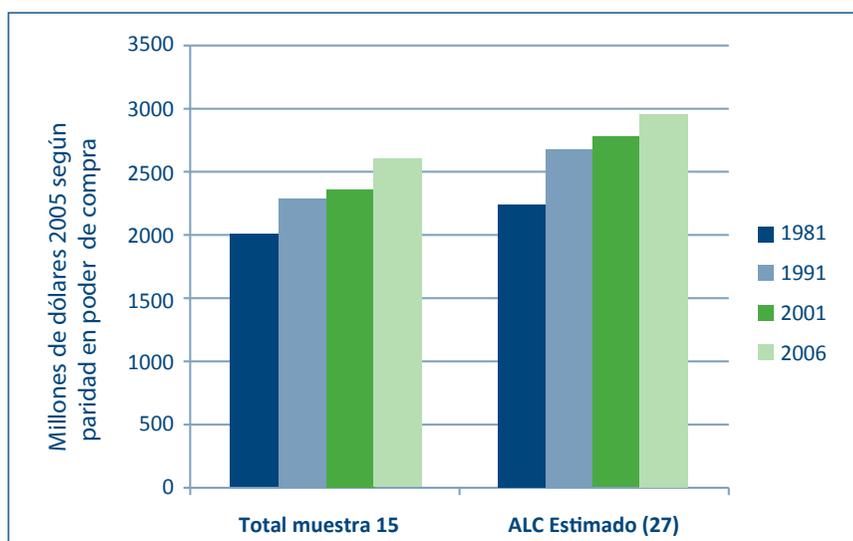


Fuentes: Datos de RICYT. Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

El rezago creciente de ALC es un hecho observado en diferentes estudios sobre el tema (Blumfield 2006, Pardey et al. 2006, IDB 2006). Blumfield (2006) indica que América del Sur y África son los continentes que más se están quedando atrás, ya que países asiáticos como China e India muestran una tendencia creciente acelerada de los presupuestos para CyT. Incluso indican que, de continuar esta tendencia, se espera que en 2010 China alcance a la Unión Europea en inversión con respecto al PIB (Blumfield 2006).

Con respecto a la inversión en **ciencia y tecnología agropecuaria**, los datos preliminares de un reciente estudio realizado en 15 países de ALC por parte de la iniciativa ASTI (siglas en inglés de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) del IFPRI, reflejan aumentos moderados del monto total invertido en investigación en términos reales (Figura 16), equivalentes a un aumento promedio de 1,1% anual entre 1981 y 2006 (Stads y Beintema 2008).

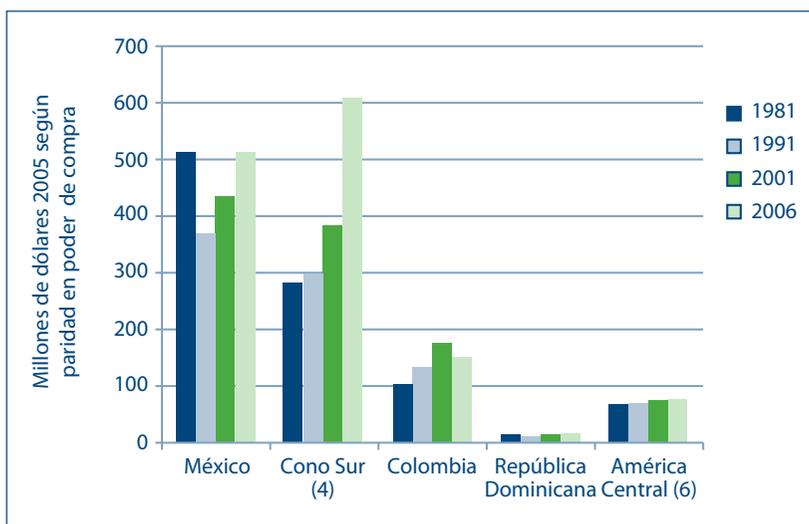
**Figura 16.** Tendencias de la inversión pública en investigación y desarrollo tecnológico agropecuario (montos totales en millones de US\$ de 2005 según paridad de poder de compra).



Fuente: Datos de ASTI (Stads y Beintema 2008). Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA

Esta tendencia creciente para el total de la región enmascara las grandes diferencias existentes entre los países de ALC. Al comparar los grupos de países disponibles en la muestra del citado estudio (Figura 17), se nota que en el Cono Sur se dio durante los últimos años un fuerte impulso a la inversión, que en México ocurrió una recuperación, tras el descenso experimentado a inicios de los noventa y que en los demás países de la muestra se dio un comportamiento mucho menos dinámico.

**Figura 17.** Tendencias de la inversión pública en I+D agropecuaria por subregión o país (montos totales en US\$ millones de 2005 según paridad de poder de compra).



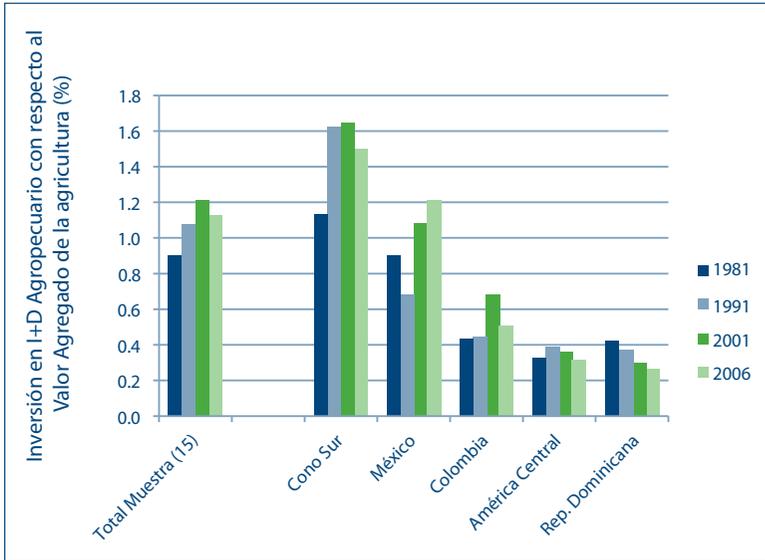
Fuentes: Datos de ASTI (Stads y Beintema 2008). Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Además de las diferencias en montos totales invertidos, Stads y Beintema (2008) destacan grandes diferencias entre los países con respecto a la distribución de presupuestos entre salarios, gastos operativos e inversiones de capital. En la muestra disponible, un promedio del 56% del presupuesto fue asignado a salarios en 2006, rubro mayoritario en todos los países, con la excepción de Nicaragua y Uruguay, y alcanzó casi un 75% del total en Guatemala. Las inversiones en capital variaron ampliamente entre los países, oscilando entre un 2% en El Salvador hasta un 22% en Argentina (Stads y Beintema 2008).

Los valores de inversión en I+D entre países, como indicador del compromiso que tienen con la investigación, tradicionalmente se comparan calculando su intensidad, o sea su proporción con respecto al producto agrícola del país. Los valores de intensidad estimados en el estudio de ASTI muestran valores cercanos al 1% para el promedio de la muestra, con un descenso en el 2006 con respecto al 2001 (Figura 18). Nuevamente, las diferencias entre países o grupos de países son muy marcadas. Por ejemplo, en el Cono Sur la inversión llegó en el 2006 a casi el 1,5% de su

producto agrícola en I+D, mientras en República Dominicana y América Central rondó el 0,3%. Con la excepción de México, en todos los países o grupos disponibles la intensidad en el 2006 fue inferior a la del 2001 (Figura 18).

**Figura 18.** Tendencias de la intensidad de la inversión pública en I+D agropecuario con respecto al valor agregado de la agricultura por subregión o país.

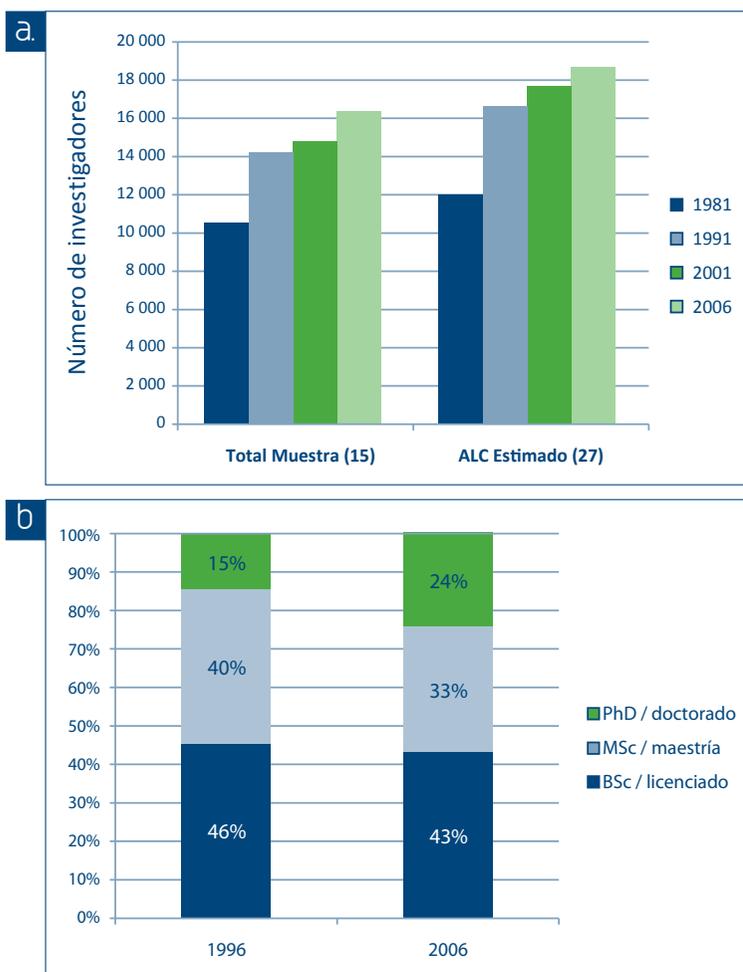


Fuente: Datos de ASTI (Stads y Beintema 2008). Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.

Las estimaciones iniciales del mencionado estudio reportan una tendencia creciente en el número de investigadores dedicados a la investigación pública en el tiempo (Figura 19a), llegando a un número de equivalentes a tiempo completo de unos 18 650 profesionales, como se indicó anteriormente. Con respecto al nivel académico, se observó un incremento en la proporción de profesionales con el grado académico de doctorado y una disminución muy leve de la proporción de profesionales sin posgrado (Figura 19b). Según Stads y Beintema (2008), esto es reflejo, por un lado, de los esfuerzos realizados en los países para mejorar el nivel académico de sus investigadores. Por otro lado, dada la reciente contratación que hizo el INTA de Argentina de una gran cantidad de investigadores jóvenes recién graduados, en el total de ALC en 2006 se mantuvo una proporción relativamente elevada de profesionales sin posgrado.

En definitiva, las inversiones en I+D agropecuario muestran ciertos indicios de que en los últimos años siguieron una tendencia favorable, particularmente en los países más grandes de la región. Sin embargo, ello enmascara el hecho de que en muchos de los demás países se continúa dando una subinversión crónica en I+D y que se carece de la masa crítica necesaria para impulsar efectivamente la innovación tecnológica.

**Figura 19.**  
**Cantidad y nivel académico del personal profesional dedicado a la I+D pública agropecuaria en ALC (número de investigadores en equivalentes a tiempo completo).**



Fuentes: Datos de ASTI (Stads y Beintema 2008). Elaboración: Área de Tecnología e Innovación, IICA.



## ■ 4. Principales desafíos que encara ALC desde la óptica tecnológica en función de las tendencias observadas

Quizás uno de los desafíos más urgentes que se deben enfrentar en el momento actual es aprovechar con inteligencia el nuevo protagonismo adquirido por la agricultura ante la **coyuntura agroalimentaria** del 2008. Este dinamismo puede generar, en algunos países, una mayor voluntad política para invertir en el sector, incluidas las instancias públicas dedicadas a la investigación y desarrollo tecnológico. Es apremiante desarrollar las capacidades necesarias para aprovechar con éxito esta coyuntura y favorecer realmente la innovación tecnológica.

La **institucionalidad tecnológica** (entendida como políticas, estrategias, normas y organizaciones) de la región tiene múltiples retos en el contexto actual, a diferencia de lo que sucedió en los años sesentas, cuando la misión básica era producir volúmenes elevados de productos agropecuarios. Hoy las demandas son más amplias y diversas y con mayores exigencias desde la perspectiva de la conservación del ambiente y los recursos naturales, las oportunidades y exigencias del comercio, la seguridad alimentaria y la demanda de los consumidores por dietas más sanas y nutritivas y sistemas de distribución y venta de comidas para una población cada día más urbana. Dicha institucionalidad enfrenta el reto de contribuir con la seguridad alimentaria, sobre todo en su componente de disponibilidad de alimentos y acceso a ellos. Se necesita fortalecer y acelerar

los procesos de innovación de la institucionalidad, sobre todo para la investigación, la extensión y la innovación tecnológica, para lo cual se deben enfrentar los siguientes retos:

- Promover la inclusión más explícita de políticas y marcos institucionales de fomento al desarrollo de sistemas nacionales de innovación tecnológica, que sean más incluyentes de los actores, de los diferentes sistemas productivos y cadenas agroindustriales y de las diversas fuentes del conocimiento y que cuenten con mejores vínculos con la sociedad en general. Este reto implica, por una parte, dar relevancia a nuevas fuentes de conocimiento provenientes de los ámbitos nacional, regional e internacional y, en general, promover una agricultura que incorpore conocimiento agrícola y no agrícola. Es necesario llevar este reto a los planteamientos impulsados que conduzcan a un reposicionamiento de lo rural en el hemisferio en la próxima Cumbre de Presidentes de Trinidad y Tobago del 2009.
- Continuar con los esfuerzos dirigidos a revertir la baja inversión en ciencia y tecnología, sobre todo pública, a través de diversas formas como las que se han venido implementando en los países del Cono Sur y algunos de la Región Andina. Todavía, con algunas pocas excepciones, las inversiones para la innovación tecnológica en las regiones Central y Caribe son muy bajas. Esta situación, así como la gran brecha entre algunos países y regiones, debe ser corregida.
- Incentivar la inclusión explícita del componente de combate contra la pobreza en políticas y programas de investigación e innovación tecnológica (I+I), en cumplimiento de las metas de desarrollo del milenio. Este aspecto tiene que ver con la voluntad política y la determinación de incluir una agenda específica de I+I orientada a la reducción de la pobreza en los planes y programas de gobierno, nacionales y sectoriales, en particular en aquellos de ciencia y tecnología, agricultura, recursos naturales y desarrollo rural. Más específicamente, dichas políticas deben estar orientadas a valorizar la agricultura familiar y a incluirla en los planes de desarrollo nacional y en propósitos y acuerdos hemisféricos de integración. En el ámbito nacional, la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



(INTA) de Argentina, el Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA) de Chile y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de Venezuela, a manera de ejemplo, están ejecutando programas concretos de apoyo al desarrollo y adopción de tecnologías para la agricultura familiar.

- Desarrollar innovaciones institucionales para el fortalecimiento de los servicios tecnológicos en lo que respecta al complejo “transferencia de tecnología, asistencia técnica y extensión”. Es importante que los países, sobre todo aquellos que por múltiples circunstancias disminuyeron al máximo dichos servicios o casi los eliminaron, diseñen políticas e innovaciones institucionales orientadas a contribuir al cambio tecnológico y al desarrollo en general de la agricultura, en especial de pequeña escala y familiar. Hay muchas experiencias en la región y fuera de ella para emprender un reposicionamiento de estos servicios, proponer programas e inversiones y atender las necesidades de estos sectores productivos.
- Desarrollar y fortalecer el capital humano dedicado a la investigación y la innovación tecnológica. Si bien la cantidad de investigadores ha seguido una tendencia creciente, hay que diseñar estrategias orientadas a llenar el vacío debido al retiro de profesionales por vejez, a atraer jóvenes talentos al desarrollo de la ciencia y la tecnología agrícola y a preparar profesionales en los nuevos campos de la ciencia y la tecnología. Es urgente incrementar la masa crítica de investigadores, extensionistas, asistentes técnicos y en general agentes de innovación tecnológica, para lo cual se debe realizar la debida inversión y llevar a cabo un esfuerzo hemisférico que vincule centros de excelencia de la propia región con otros de países desarrollados.
- Articular de mejor manera los actores del sistema regional de innovación tecnológica y fortalecer este sistema, con el fin de que sea más exitoso en la promoción del cambio tecnológico. Para ello se debe aprovechar la riqueza de la institucionalidad hemisférica dirigida a la cooperación e integración tecnológica y sus vínculos con el sistema global de investigación, así como sacar mejor ventaja de los desbordamientos (spillovers y spillover-ins) tecnológicos.
- Renovar la presencia del CGIAR y sus inversiones en ALC, para lo cual se debe promover nuevas formas de alianzas entre

ese Grupo y la institucionalidad nacional y regional, mediante las cuales se puedan atender las prioridades propias de la región.

- Fortalecer, en el marco del GFAR, los vínculos con los sistemas de innovación tecnológica de otros continentes del mundo y, en particular, con aquellos de países desarrollados.

**El manejo de la relación agricultura y ambiente.** Los modelos tecnológicos imperantes y el incremento de la población aumentan la presión sobre los recursos naturales (por ejemplo, se da un mayor uso de las laderas). En años futuros no será sostenible continuar con los patrones de producción vigentes. Si continúa la tendencia actual, se acentuará la necesidad de dar respuesta tecnológica a los efectos debidos a:

- Cambio climático
- Intensificación de la producción
- Uso de áreas marginales

La **toma de decisiones políticas** que intenten mejorar el desempeño del sector agroalimentario y rural frente a la coyuntura actual debe sustentarse en información de calidad sobre los posibles escenarios e impactos de cada alternativa. Es necesario desarrollar la conciencia política de que todo esfuerzo que procure propiciar la innovación tecnológica o tener un impacto sobre la seguridad alimentaria y la pobreza debe ser sostenido, ya que no puede dar frutos en el corto plazo.





## Bibliografía

Alarcón, E; Ardila, J. 1998. Importancia y beneficios de los PROCIs bajo la cooperación IICA-países. San José, CR, IICA.

Alarcón, E; Ardila, J; Rodríguez D. 1998. Notas sobre las capacidades de Extensión Agrícola en las Américas: Resultados de una Encuesta Preliminar. Taller: situación y perspectivas del complejo transferencia de tecnología, asistencia técnica y extensión agropecuaria. IICA. San José, CR. p. 273-283

Braun, J von. 2007. The world food situation. New driving forces and required actions. Washington, D.C, US, IFPRI. 18 p.

Brumfiel, G. 2006. The scientific balance of power. *Nature* 439(9): 646-647.

CGIAR (Consultative Group on International Agriculture Research). 2000. Financial Report 2000. In CGIAR Annual Report 2000 - The Challenge of Climate Change: Poor Farmers at Risk (en línea). Disponible en: <http://www.worldbank.org/html/cgiar/publications/annreps/cgar00/finance.pdf> . p. 44, 49.

\_\_\_\_\_. 2005. Section 5 - Executive Summary of the 2005 CGIAR Financial Results. In CGIAR Annual Report 2005 - Science-Based Solutions: the Science Behind Growth and Development. Disponible en: [http://www.cgiar.org/pdf/ar\\_2005\\_section5.pdf](http://www.cgiar.org/pdf/ar_2005_section5.pdf). p. 55-56.

\_\_\_\_\_. 2006. Intensified research effort yields climate-resilient agriculture to blunt impact of global warming, prevent widespread hunger. Disponible en: <http://www.cgiar.org/newsroom/releases/news.asp?idnews=521>. CGIAR news release.

\_\_\_\_\_. 2007. Section 5 - Executive Summary of the 2006 CGIAR Financial Results. In CGIAR Annual Report 2006 - Focus on Partnerships for Effective Research. Disponible en: [http://www.cgiar.org/pdf/ar\\_2006\\_section5.pdf](http://www.cgiar.org/pdf/ar_2006_section5.pdf). p. 54-55.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2008. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma, IT. 162 p.

\_\_\_\_\_. 2009. FAO Statistical Database (FAOSTAT). Disponible en: <http://faostat.fao.org>.

FORAGRO (Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario). 2006. Situación institucional de las biotecnologías aplicadas a la agricultura en América Latina y el Caribe. San José. Costa Rica, Secretariado Técnico de FORAGRO, IICA. p. 23-27.

\_\_\_\_\_. 2008. V Reunión Internacional de FORAGRO Montevideo 2008: Innovaciones Institucionales para una Agricultura con Conocimiento en las Américas del Siglo XXI – Presentaciones y documentos. Módulo 3. Disponible en: <http://infoagro.net/shared/docs/a2/FORAGRO2008.html>.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2006. Lineamientos para la participación y cooperación del IICA con los PROCI y mecanismos equivalentes de cooperación entre países en innovación tecnológica. San José, CR, Área de Tecnología e Innovación. Actualizado al 2008.

\_\_\_\_\_. 2007. Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica. Área de Tecnología e Innovación, DLTGC. Documento interno. 21 p.

\_\_\_\_\_. 2008. Evolución de los precios de productos agrícolas: posible impacto en la agricultura de Latino América y el Caribe. San José, CR. 21p.

IDB (Inter-American Development Bank, US). 2006. Education, science and technology in Latin America and the Caribbean: a statistical compendium of indicators. p. 31-44.

James, C. 2008. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007. Ithaca, NY, US, ISAAA. Disponible en: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/37/>. ISAAA Brief No. 37.

Pardey, PG; Beintema, NM; Dehmer, S; Wood, S. 2006. Agricultural research: A growing global divide? Washington, D.C., US, Agricultural Science and Technology Indicators Initiative (ASTI), International Food Policy Research Institute (IFPRI). 34 p.

Piñero, M. 2007. Agricultural technology transfer to developing countries and the public sector. Disponible en: <http://www.scidev.net/dossiers/index.cfm?fuseaction=policybrief&dossier=12&policy=136>. SciDev.Net Policy Briefs.



- Ramírez, M. 2008. Redes de recursos fitogenéticos en las Américas. *Recursos Naturales y Ambiente* 53:85-92.
- Stads, GJ; Beintema, NM. 2008. Public agricultural research in Latin America and the Caribbean: Investment and capacity trends. IFPRI. Unpublished draft; data used with permission from the authors.
- Traxler, G. 2004. The GMO experience in North & South America - where to from here? Presented at the Symposium: Biotechnology for a Better World, International Crop Science Congress (4, 2004, Brisbane, Queensland, AU, September 26-October 1).
- Vergara, W. 2006. Responding to Climate Change: An Action Plan for the World Bank in Latin America and the Caribbean. Washington, D.C., US, World Bank. Disponible en: [http://siteresources.worldbank.org/INTENBREVE/Newsletters/21191179/Nov06\\_97\\_ClimateChange.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTENBREVE/Newsletters/21191179/Nov06_97_ClimateChange.pdf) . En Breve No 97.
- Willer, H; Yussefi, M. 2004. The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends – 2004. Bonn, DE, IFOAM.
- \_\_\_\_\_; Yussefi-Menzler, M; Sorensen, N. Eds. 2008. The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2008. London, UK, Earthscan.
- Winograd, M. 2005. Propuesta para una agenda de investigación en tecnología y manejo integrado de recursos naturales. Washington, D.C., US, FONTAGRO. Documento de trabajo n.o 4. p.107-163.

Impreso en la Imprenta del IICA  
Sede Central, San José, Costa Rica  
Tiraje 300 ejemplares