



Situación y desempeño de
la agricultura en ALC desde
la perspectiva tecnológica

2012





Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica¹

Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad
Dirección de Cooperación Técnica

Informe de 2012

San José, Costa Rica
Julio de 2012

¹ Este documento, preparado por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad de la Dirección de Cooperación Técnica del IICA, tiene por objetivo dar cumplimiento a la línea de acción “Gestión del conocimiento y TIC para la innovación” del Plan de Mediano Plazo 2010-2014 del IICA. Este trabajo también da cumplimiento a los propósitos de la línea de acción n.o 4 del Foro de la Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO) referente a estudios para apoyar 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), 2012



Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica 2012 por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported. Basada en una obra en www.iica.int.

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: Arturo Barrera, Viviana Palmieri

Corrección de estilo: Máximo Araya, Marta Kandler

Diagramación: Karla Cruz, Carlos Umaña

Diseño de portada: Karla Cruz

Impresión: Imprenta IICA, Sede Central

Situación y desempeño de la agricultura en ALC
desde la perspectiva tecnológica 2012 / IICA –
San José, C.R.: IICA, 2012.
92 p. ; 15.2 x 22.9 cm

ISBN13: 978-92-9248-400-2

1. Agricultura. 2. Cambio tecnológico
3. América Latina 4. Caribe I. IICA II. Título

AGRIS
E14

DEWEY
338.1

San José, Costa Rica
2012




Contenido

Presentación	5
1. Nuevas realidades, nuevos paradigmas: la nueva revolución agrícola.	7
<i>Arturo Barrera M.</i>	
1.1. Introducción	7
1.2. El paradigma de la revolución verde	8
1.3. El nuevo paradigma: una revolución agrícola infobiotecnológica.....	10
1.4. La agricultura del siglo XXI	16
1.5. Consideraciones finales.....	18
1.6. Literatura consultada	20
2. Tecnología e innovación en la agricultura familiar en América Latina y el Caribe	21
<i>Karen Montiel</i>	
2.1. Introducción	21
2.2. ¿Qué es la AF?.....	22
2.3. Aportes de la AF en los países de ALC.....	23
2.4. La Tecnología y la innovación en AF	26
2.5. Agenda de trabajo hemisférico	29
2.6. Elementos claves para un análisis prospectivo... ..	30
2.7. Conclusiones.....	32
3. Desempeño tecnológico de la agricultura	35
<i>Viviana Palmieri</i>	
3.1. La inversión en ciencia y tecnología	35
3.2. Desempeño de la producción agrícola desde la óptica de la tecnología e innovación	42
3.3. Referencias	52



4. Avances de la biotecnología y la bioseguridad en América Latina	55
<i>Pedro J. Rocha S.</i>	
4.1. Introducción	55
4.2. Avances y situación actual de la biotecnología ..	57
4.3. Bioseguridad	60
4.4. ¿Cuánto cuesta y cuánto se demora generar un cultivo GM?	60
4.5. Referencias	63
5. Los INIA en ALC: desafíos para la innovación agraria ...	65
<i>Eduardo J. Trigo, Carlos Pomareda y Federico Villarreal</i>	
5.1. Transformaciones en la agricultura	67
5.2. Situación de los INIA	68
5.3. Relación de los INIA con los sistemas de innovación	71
5.4. Implicaciones para las políticas de apoyo a la innovación	73
5.5. Recomendaciones para la aplicación de políticas que permitan mejorar el rol que desempeñan los INIA.	74
6. Sembrar innovación para cosechar prosperidad: la innovación como solución a los retos de la agricultura	75
<i>IICA</i>	
6.1. Introducción	75
6.2. La innovación en la agricultura como instrumento insustituible del cambio necesario.	76
6.3. Los retos de la agricultura de esta época	79
6.4. Potencial de la innovación para el logro de una agricultura sostenible, competitiva e inclusiva ...	82
6.5. Promoción de procesos sustentables de innovación: el apoyo del IICA en este desafío.	86
6.6. Consideraciones finales	89



Presentación

La presente entrega del documento “Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica” está compuesta por una serie de artículos escritos por diferentes autores, que en su conjunto procuran brindar elementos para el análisis y la toma de decisiones relevantes para la innovación tecnológica agropecuaria.

El primer artículo analiza cómo el cambio de paradigma tecnológico que está viviendo la agricultura mundial y latinoamericana, basado en el aprovechamiento de los avances de la tecnología digital, de la biotecnología y de la nanotecnología, está favoreciendo el desarrollo de una nueva revolución agrícola, más amplia y más profunda que las anteriores.

El segundo artículo corresponde a un resumen ejecutivo de la consulta electrónica “Tecnología e innovación en la agricultura familiar de ALC”, organizada por el Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO) durante abril de 2012. En él se rescatan las principales contribuciones de los más de 350 participantes de la consulta con respecto a los aportes de la agricultura familiar (AF) en los países de ALC, la situación de la tecnología y la innovación en la AF, elementos para una agenda de trabajo hemisférico al respecto y conceptos para un análisis prospectivo de la AF al 2030.



El tercer capítulo corresponde al análisis de la situación y el desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica en los últimos años. Es el capítulo que siempre se presenta en todas las entregas de este documento y constituye la actualización de la información correspondiente al desempeño de la producción agrícola desde la óptica de la tecnología e innovación y a la inversión en ciencia y tecnología en los países del continente.

En esta ocasión se presenta como cuarto capítulo lo referente a los avances de la biotecnología y la bioseguridad en América Latina, con un análisis de la situación actual de diferentes tipos de biotecnologías y evidencias de las ventajas comparativas del desarrollo tecnológico en organizaciones nacionales.

El quinto capítulo es un resumen ejecutivo del documento “Los INIA en ALC: desafíos para la innovación agraria”, preparado por un grupo de consultores bajo el liderazgo del Programa de Innovación del IICA. En él se describen las transformaciones en la agricultura, la situación de los INIA del continente y su relación con los sistemas de innovación; se discuten las implicaciones para las políticas de apoyo a la innovación y se proponen algunas recomendaciones para la aplicación de políticas que permitan mejorar el rol desempeñado por los INIA.

Por último, el sexto capítulo corresponde a un documento de posicionamiento del IICA presentado en 2011 a los ministros de sus órganos de gobierno (Comité Ejecutivo y Junta Interamericana de Agricultura) y titulado “Sembrar innovación para cosechar prosperidad: la innovación como solución a los retos de la agricultura”.

Esperamos que la información, las opiniones y los análisis contenidos en estos capítulos cumplan con el objetivo de enriquecer el diálogo y la toma de decisiones para promover la innovación tecnológica agropecuaria en nuestra región.

Arturo Barrera

Gerente del Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad

Dirección de Cooperación Técnica

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura



1. Nuevas realidades, nuevos paradigmas: la nueva revolución agrícola²

Arturo Barrera M.³

1.1. Introducción

Vivimos una agricultura post-revolución verde. El paradigma de la revolución verde está agotado y superado desde hace tiempo, cuestionado fuertemente por el cambio climático y por el nuevo paradigma tecno-económico y organizacional generado a partir de los desarrollos de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y de la biotecnología moderna.

Hablar de una agricultura post- revolución verde, sin embargo, señala el fin de una época y de su paradigma, pero no identifica ni caracteriza suficientemente la nueva época que estaríamos empezando a vivir. Para los efectos de este texto, un paradigma es un conjunto de valores, conceptos y definiciones que permiten abordar un problema o tema y configuran determinadas formas de entender el mundo y de

2 Artículo publicado en Revista Comuniica, edición n.o 1, 2011. Disponible en <http://www.iica.int/Esp/prensa/Comuniica/Comuniica/2011/n16-esp>

3 Gerente del Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA.

intervenirlo. Desde una perspectiva más específica, un paradigma tecnológico está “asociado a la realización de oportunidades de innovación que pueden ser logradas por los cambios de las características técnicas fundamentales de o los “artefactos” que lo caracterizan” (CEPAL 2008:149)⁴. Desde una perspectiva más amplia, la idea de paradigma tiene que ver con la forma de concebir y “hacer” agricultura, de promover la modernización agrícola y de medir el desempeño sectorial.

1.2. El paradigma de la revolución verde

El paradigma tecnológico de la revolución verde es hijo de la sociedad industrial y del fordismo alimentario. Tal revolución está vinculada con una determinada forma de entender la modernidad y de impulsar la modernización, dado que se desarrolló en un clima intelectual donde se concebía un modelo de modernidad y una sola trayectoria para alcanzarla. La revolución verde se dio en un tiempo en el que la humanidad creaba nuevos riesgos, pero no se tenía conciencia ni se actuaba sobre ellos.

Este paradigma generó una cierta forma de concebir y “hacer” agricultura, de entender la modernización agrícola, de medir el desempeño sectorial y una determinada institucionalidad sectorial. El núcleo del desafío tecnológico de la revolución verde fue el aumento de los rendimientos por hectárea (principalmente del trigo, arroz y maíz) para combatir de esa forma el hambre, especialmente en los países de Asia.

Si bien los aumentos de la producción en los años sesentas, setentas y ochentas del siglo pasado se sustentaron principalmente en los aumentos de los rendimientos, la frontera agrícola y el agua no fueron factores restrictivos como lo demuestra el aumento de la producción en América Latina de esas décadas. Tampoco fueron factores restrictivos las ex-

4 En el caso del paradigma digital, por ejemplo, los “artefactos” son los semiconductores, los microprocesadores y los sistemas de almacenamiento de datos, entre otros. En el caso del paradigma biotecnológico, el análisis y modificación del material genético, los secuenciadores de alta velocidad, los marcadores moleculares, los genes y el ADN (CEPAL 2008).

ternalidades ambientales negativas generadas por el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos para controlar plagas y enfermedades.

Tal desafío tecnológico se sustentó en una institucionalidad basada en la investigación pública, con una fuerte transferencia internacional de tecnologías y de germoplasmas facilitado por el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por sus siglas en inglés). Como lo sostiene la FAO (2004:32), “la circulación internacional de germoplasma tuvo una importante repercusión en la velocidad y el costo de los programas de obtención de cultivos por parte de los sistemas nacionales de investigación”.

La revolución verde gestó el desarrollo de una agricultura con un fuerte contenido tecnológico consistente en variedades de alto rendimiento, obtenidas a través del mejoramiento genético convencional, el uso intensivo de insumos tecnológicos como fertilizantes y agroquímicos que permitieran aprovechar el potencial genético de las nuevas variedades, y una más plena incorporación de la racionalidad económica moderna del costo-beneficio a través de uso ampliado de las tecnologías de gestión. Esta fue, en definitiva, su concepción de modernización agrícola.

Los impactos de la revolución verde en los aumentos de los rendimientos y de la producción fueron evidentes, así como su contribución a disminuir el hambre en el mundo, principalmente en Asia. En efecto, según la FAO, durante el período 1963-1983, la producción total de arroz, trigo y maíz en los países en desarrollo aumentó un 3,1%, 5,1% y 3,8% por año, respectivamente. Durante el decenio posterior, los aumentos anuales de la producción para los mismos cultivos fueron un 1,8%; 2,5% y 3,4% respectivamente (FAO 1996).

Los debates ambientales y sociales sobre los costos de aquella revolución fueron intensos, sobre todo en los ochentas y noventas. La degradación ambiental, la erosión genética, la exclusión de la mujer y el aumento de las desigualdades son señalados por distintos autores como algunos de sus costos. El más claro y en el cual existe consenso es en el daño ambiental.



En este contexto, durante los noventas, fundamentalmente como producto de la Conferencia sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas de 1992, se planteó la idea de “una nueva revolución verde”, de “una segunda revolución verde”, basada en los principios del desarrollo sustentable. Un ejemplo de este intento por disminuir los costos ambientales de la revolución verde lo constituyó el desarrollo del concepto de gestión integrada de cultivos, a través del manejo integrado de plagas y de los nutrientes del suelo.

Los hechos demostraron, sin embargo, que estas respuestas desde el propio paradigma de la revolución verde eran insuficientes y que las nuevas revoluciones tecnológicas en curso, la digital y la biotecnológica, así como el surgimiento del tema de la propiedad intelectual para materiales fitogenéticos, estaban empezando a generar transformaciones de gran envergadura que impactarían significativamente los paradigmas tecnológicos de las distintas actividades productivas.

Hay que recordar que los noventas fueron escenario de las primeras liberaciones comerciales de cultivos transgénicos, de la emergencia de los alimentos funcionales, del primer informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático y del desarrollo del concepto de la sociedad del riesgo. Surgieron en esos años los conceptos de agricultura ampliada, de gestión del conocimiento y de economía basada en el conocimiento y en el aprendizaje. Fue tiempo de nuevas preguntas: qué es agricultura y cómo se logra el desarrollo tecnológico agrícola. Fue el tiempo, en lo sectorial, del inicio de la transición a un nuevo paradigma tecnológico.

1.3. El nuevo paradigma: una revolución agrícola infobiotecnológica⁵

Hoy vivimos una transición hacia la consolidación de un nuevo paradigma tecnológico agrícola. Este paradigma tecnológico post-revolución verde se desarrolla en el contexto de la

5 El nuevo paradigma podría ser nanoinfobiotecnológico para incorporar la influencia de los desarrollos nanotecnológicos. Sin embargo, las características del paradigma “nano” están aún en una fase de cristalización.

“modernidad tardía” y, como tal, aprovecha la acumulación de conocimientos generada en las décadas pasadas y empieza a hacerse cargo de los riesgos creados en esa época y de las nuevas demandas de la sociedad y los consumidores en relación con los temas ambientales. Es el tiempo de la pluralidad de modelos y trayectorias a la modernidad y del debilitamiento de la fe absoluta en la ciencia y la tecnología para controlar y hacer más predecible el mundo. Es el tiempo, además, de los riesgos sistémicos.

El nuevo paradigma tecnológico agrícola tiene como marco el paradigma tecno-económico creado por la masiva utilización de las TIC y de la biotecnología. Tiene como marco, igualmente, las nuevas demandas de la sociedad, de los mercados y de las cadenas agroalimentarias, algunas de las cuales se relacionan con la diferenciación de los productos, la calidad y la inocuidad, la bioseguridad, el bienestar animal y el uso sustentable de la biodiversidad y de los recursos naturales.

Como lo sostiene la CEPAL (2008:149), los paradigmas tecnoeconómicos se generan a “partir de innovaciones que son capaces de redefinir la trayectoria no solo de los ámbitos tecnológico y económico, sino también del social”. Este nuevo paradigma se desarrolla, además, en momentos en que las ciencias y tecnologías empiezan a buscar nuevas convergencias y los enfoques sistémicos ganan terreno. El nuevo paradigma tecnológico agrícola es parte de este nuevo clima intelectual y tecnológico global.

El núcleo del desafío tecnológico agrícola del siglo XXI es la producción de más, mejores y más variados alimentos y productos agrícolas no alimentarios a través de procesos productivos que:

- Generen menos gases efecto invernadero.
- Usen más eficientemente el agua.
- Ocupen básicamente la misma superficie de tierra.
- Respondan a nuevos estrés bióticos y abióticos provocados por el cambio climático.
- Estén sometidos a una mayor vigilancia de la sociedad en relación con las tecnologías utilizadas.



Todas estas son nuevas restricciones y exigencias a la producción prácticamente inexistentes en la época de la revolución verde (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1.
Cambio del paradigma del desarrollo tecnológico agrícola.

Aspecto	Revolución verde	Nueva revolución agrícola
Concepto central	Investigación	Innovación
Objetivo principal de la investigación / innovación	Aumento de rendimientos y resistencia a plagas y enfermedades.	Aumento de rendimientos, incremento de la estabilidad de los sistemas productivos, mejoramiento de la calidad de los productos y uso sustentable de los recursos naturales.
Enfoque	Centrado en la oferta y en la producción primaria. La investigación prioriza solo algunos cultivos.	Centrado en la demanda de las empresas y en innovaciones a lo largo de toda la cadena. La innovación incorpora una amplia gama de productos.
Tecnología principal	Mejoramiento genético convencional.	Biotecnología, TIC y nanotecnología.
Tipo de insumos	Crecientemente químicos.	Crecientemente biológicos. Importancia de la biodiversidad.
Actores principales de la investigación – innovación	Instituciones públicas.	Empresas privadas e instituciones públicas.
Bienes de la investigación/ innovación	Bienes públicos.	Crecientemente bienes privados y bienes club.
Propiedad intelectual	Sin importancia.	Cada vez más central.
Tipo de conocimiento relevante	Explícito.	Explícito y tácito. Creciente relevancia de la gestión del conocimiento.
Características de la modernización agrícola	Ampliación de la incorporación de la racionalidad costo - beneficio y del uso de insumos químicos.	Diversas trayectorias y modelos. Mejora continua y buenas prácticas agrícolas.
Medición de desempeño	Rendimiento - por hectárea.	Múltiple. Rendimiento por unidad de agua, componente activo/ hectárea, huella de carbono e hídrica.
Institucionalidad	Sistemas nacionales de investigación agrícola.	Sistemas nacionales de innovación agroalimentario.

En este contexto, los objetivos del desarrollo tecnológico “sectorial” son el aumento de la productividad, el mejoramiento de la calidad industrial, nutricional y organoléptica de los productos y el uso sustentable de los recursos naturales. También es “la búsqueda de estabilidad y perdurabilidad de los sistemas productivos agrícolas” (Banco Mundial 2008).

El nuevo paradigma está cambiando sustantivamente algunas características fundamentales de la revolución verde. Algunos ejemplos son:

- a. El manejo uniforme de los predios, el cual está siendo sustituido crecientemente por la agricultura de precisión.
- b. El alto uso de insumos químicos, cuestionado por sus efectos en la concentración de gases de efecto invernadero.
- c. La apuesta al desarrollo de un solo tipo de agricultura, lo que se reemplaza por una pluralidad de formas de hacer agricultura: tradicional, transgénica, orgánica, entre otras.

La modernización agrícola no tiene, por lo tanto, una sola opción y trayectoria. Tal modernización ya no significa la utilización de determinados insumos y el dominio de una sola racionalidad.

El núcleo del desafío tecnológico agropecuario del siglo XXI es plenamente coincidente con el nuevo paradigma tecnológico de las TIC y de la biotecnología, cuyo centro es “el ahorro de materias primas y de energía mediante un proceso intensivo de uso de información, conocimiento, servicios y materia gris” (Pérez 1998).

Desde esta perspectiva, la biotecnología y su aplicación a la agricultura y a la industria de los alimentos es un buen ejemplo de una tecnología intensiva en el procesamiento y uso de información (en este caso de información genética) y de una tecnología que ahorra energía a través de sus aplicaciones en bioprocesos de transformación agroindustrial. Del mismo modo, la utilización de las TIC en la agricultura de precisión es una demostración de la intensificación del uso de la información predial (y también extrapredial) y de su contribución



al mejor uso de los distintos factores de producción, entre los cuales se encuentra el agua, los fertilizantes y los pesticidas. A su vez, en la medida en que uno de los usos potenciales de la nanotecnología es la agricultura de precisión, sus aportes fortalecerán los beneficios y principales características de este tipo de agricultura.

Si la biotecnología, las TIC y la nanotecnología tienen cada vez más amplias e insospechadas aplicaciones en el desarrollo tecnológico de la agricultura, la convergencia entre ellas no hará más que multiplicarlas. Basta con mirar lo que ocurre en la actualidad con la bioinformática y los incipientes usos de la nanotecnología en el desarrollo de la agricultura de precisión. A estas convergencias tecnológicas, se sumarán otras nuevas, pues no cabe duda de que el mundo apenas se encuentra en las etapas iniciales de esta tendencia⁶.

En la era de la agricultura del conocimiento y de la nueva revolución alimentaria, la forma de medir el desempeño sectorial empieza a incorporar nuevos indicadores como el rendimiento por unidad de agua y la huella de carbono (Barrera 2010). Probablemente cada vez más otro indicador de desempeño será el de componentes activos de los productos agrícolas por unidad de tierra o recurso hídrico. Los conceptos de “a la medida” y de “precisión” empiezan a ser centrales, como igualmente el de la diferenciación y el de la gestión de la calidad y su aseguramiento (véase el Recuadro 1.1).

Un aspecto central del cambio de paradigma tecnológico de la agricultura es aquel que se refiere a los conceptos predominantes que han sustentado el desarrollo tecnológico agrícola y que han otorgado las características principales a las institucionalidades nacionales que lo fomentan: nos referimos a los conceptos de investigación e innovación y a los sistemas nacionales dedicados a estas áreas.

6 La Comisión Europea (2004) sostiene que la próxima oleada de innovaciones provendrá de la convergencia de cuatro tecnologías: la nanotecnología, la biotecnología, la informática y de los avances de la neurociencia. Las tres primeras están relacionadas visiblemente con el ámbito agrícola. La cuarta es menos evidente, pero es importante tener presente que los centros de investigación y las grandes empresas alimentarias mundiales están invirtiendo mayores recursos para conocer mejor la relación cerebro - alimentación.

Los desafíos tecnológicos de la revolución verde y de la nueva revolución agrícola, analizados en páginas anteriores, son asumidos y procesados de maneras muy distintas por los arreglos institucionales de cada época: por los sistemas nacionales de investigación agrícola y por los sistemas nacionales de innovación agroalimentaria, respectivamente.

Dichos arreglos institucionales tienen diferencias significativas, entre las que se pueden destacar:

- a. Los sistemas nacionales de investigación agrícola eran simples y lineales, con un reducido número de actores; en cambio, los actuales sistemas nacionales de innovación agrícola son interactivos y complejos, con una multiplicidad de actores y subsistemas.
- b. En los actuales sistemas, la investigación ya no es la única fuente de innovación como ocurría en el pasado.
- c. Los sistemas de la época de la revolución verde estaban centrados en la oferta de investigación. En la actualidad, los sistemas de innovación responden crecientemente a la demanda de las empresas, donde la aplicación del conocimiento es fundamental.
- d. En los sistemas nacionales de investigación, el protagonismo lo tenía el conocimiento explícito; en los sistemas nacionales de innovación, el conocimiento tácito es tan importante como el explícito.
- e. En la actualidad, adquiere mayor relevancia la gobernanza del sistema, tema ausente en los sistemas de investigación.

Otro aspecto relevante en el ámbito de la institucionalidad (entendida en un sentido amplio) es aquel que se refiere a los tipos de bienes generados por los procesos de investigación e innovación. En efecto, así como en el paradigma de la revolución verde los bienes generados por la investigación agrícola eran concebidos mayoritariamente como bienes públicos, en el paradigma tecnológico e institucional actual los bienes generados por los sistemas nacionales de innovación son concebidos como crecientemente privados y bienes club y, por lo tanto, la gestión de la propiedad intelectual adquiere una innegable centralidad.



Lo que está detrás del nuevo paradigma tecnológico agrícola, además de las actuales revoluciones tecnológicas y de las nuevas demandas de la sociedad y de los mercados, es una nueva forma de “hacer” ciencia y tecnología. Tal como lo señala Trigo (2009), ha cambiado la función de producción con la que se “produce” el conocimiento y la tecnología. En estos cambios, la biotecnología y las TIC han tenido un rol relevante. En efecto, la biotecnología y las TIC han cambiado no solo la función de producción de las actividades agrícolas y alimentarias, sino también aquella con que se genera ciencia, tecnología e innovación. Además, debido a la complejidad de las sociedades del siglo XXI y de los problemas por abordar, los enfoques científicos y tecnológicos son más sistémicos y multidisciplinarios. Las TIC han transformado las formas de acceso y manejo de datos e información de los centros de investigación. Internet y su lógica de redes ha favorecido y multiplicado la colaboración a escala global. Todo esto ha impactado la productividad y los costos de generación de nuevo conocimiento.

1.4. La agricultura del siglo XXI

Sustentada en el nuevo paradigma tecnológico descrito en las páginas anteriores, la agricultura del siglo XXI está empezando a experimentar una nueva revolución.

La nueva revolución agrícola infobiotecnológica es hija de la sociedad de la información y de la economía del conocimiento. Ella está reconceptualizando y reinventando lo que la humanidad entiende por agricultura y cómo esta se realiza. Tal revolución está generando un nuevo potencial de creación de riqueza y nuevas oportunidades de innovación. Como toda revolución tecnológica, genera nuevos productos como los cultivos transgénicos, los ingredientes funcionales y los insumos de alto valor para distintas industrias.

Esta nueva revolución es biotecnológica, pero no solo biotecnológica; es digital, pero no solo digital; es nanotecnológica, pero no solo nanotecnológica. Esta es una revolución más que biotecnológica, más que digital y más que nanotecnológica. Esta es una revolución de la gestión del conocimiento y de las convergencias tecnológicas. La agricultura que empieza a emerger de esta nueva revolución es más de redes e inte-



ractiva, es más de ADN y de software, es más a la medida y de precisión, es más de *terroirs* y de *clusters* (Cuadro 1.2).

Vivimos en los inicios de una nueva era, cuyos cambios alcanzan los más diversos ámbitos del quehacer humano, entre ellos: el agrícola y el alimentario. En este contexto, las principales dinámicas tecnológicas de la agricultura provienen de las dinámicas de revoluciones tecnológicas transversales, como las TIC y la biotecnológica, y no de dinámicas tecnológicas mayoritariamente internas de la agricultura como ocurrió con la revolución verde. Lo mismo está empezando a suceder con la nanotecnología.

La agricultura del siglo XXI se sustenta también en un nuevo tipo de empresa y de trabajo, y principalmente en una relación más empática con los recursos naturales y la naturaleza. Esta agricultura se concibe cada vez más como pilar de la bioeconomía y como una actividad clave para enfrentar el cambio climático.

Cuadro 1.2. Cambios en la concepción y forma de hacer agricultura.

Aspecto	Revolución verde	Nueva revolución agrícola
Definición como actividad económica	Actividad primaria	Agricultura ampliada, cadenas agroalimentarias
Principal objetivo de la actividad agrícola	Proveer alimentos	Proveer alimento e ingredientes funcionales, producción de servicios ambientales y generación de productos agrícolas no alimentarios
Tipo de empresa	Fordista – tayloriana	Responsable, adaptativa y flexible
Obsesión de la cadena	Cantidad y rendimiento	Calidad, innovación y reputación
Tipo de productos	<i>Commodities</i>	Crecientemente diferenciados
Principal característica del trabajo	Manual y rutinario	Crecientemente sofisticado y creativo
Relación con la naturaleza	Indolente	Empática y responsable
Contenido de carbono	Alta en carbono	Baja en carbono
Lógica del manejo de la actividad agrícola	Uniforme	A la medida y de precisión
Tipo de agricultura	Homogénea	Plural. Más de redes e interconectada. Más de <i>terroirs</i>
Tipo de economía	Economía industrial	Economía del conocimiento. Bioeconomía



1.5. Consideraciones finales

La revolución verde fue una de las grandes revoluciones del siglo XX y es parte de nuestras historias de éxito como humanidad.

Iniciamos una nueva revolución agrícola, la cual es más profunda y amplia que la revolución verde. Ello se debe a la envergadura de las revoluciones digital, biotecnológica y nanotecnológica, y a la convergencia entre ellas. Con toda seguridad, las aplicaciones de estas tecnologías en lo agrícola y lo alimentario nos seguirán sorprendiendo en las próximas décadas.

La revolución verde puede entenderse como un proceso significativo de “artificialización” de la producción agrícola, expresada básicamente en el fuerte incremento y dependencia de los insumos químicos. La nueva revolución agrícola es en algún sentido un proceso de “naturalización” de tal producción, expresada en un creciente uso de insumos biológicos; aunque también tiene aspectos inevitables de artificialización, como por ejemplo la transgenia.

Como cada época y sociedad enfrentan sus propios temores y fantasmas, las revoluciones analizadas en este artículo también. En el caso de la revolución verde, fue el temor maltusiano al hambre. En el caso de la nueva revolución agrícola, es el temor al calentamiento global, al deterioro sin vuelta atrás de la GAIA.

Así como la revolución verde constituyó un gran avance para la humanidad, especialmente para los países en desarrollo, los nuevos paradigmas tecnológicos y de desarrollo agrícola de este siglo XXI nos permiten ser moderadamente optimistas en cuanto a que podremos contar con los alimentos suficientes, en cantidad y calidad, para alimentar los 9000 millones de personas que habitarán el planeta el 2050. Sin embargo, esto dependerá, sin duda, de cómo los distintos países y grupos sociales accedan a los alimentos, lo cual está relacionado con la forma cómo se organice la globalización.

Recuadro 1.1. La precisión: uno de los rasgos más notables de la nueva revolución agrícola.

Uno de los principales rasgos de la agricultura post-revolución verde es el manejo a la medida que empieza a aplicarse en los distintos recursos productivos y la mayor precisión empleada en los procesos de investigación agroalimentaria.

Actualmente la agricultura de precisión gana terreno en todo el mundo. La ampliación e intensificación del uso de las múltiples y más sofisticadas herramientas provenientes de las tecnologías de la información y comunicación han sido la base para esta expansión. Crecientemente las aplicaciones y potencialidad de este tipo de agricultura están siendo reforzadas por los avances de otra revolución tecnológica: la nanotecnología.

Cada vez la “precisión” está más presente en otros ámbitos, más allá del que originalmente se ha conocido como “agricultura de precisión”. La biotecnología, por ejemplo, nos permite ampliar la lógica y la dinámica de la precisión al otro extremo de las cadenas alimentarias, al consumo por parte de personas cada vez más exigentes y obsesionadas por su salud. Los avances que se están obteniendo en el ámbito de la nutrigenómica harán posible en un futuro cercano una alimentación a la medida de cada individuo y de sus necesidades nutricionales.

La biotecnología también ha favorecido prácticas de precisión en un área relevante para la agricultura como el mejoramiento genético. Precisamente el mejoramiento genético de árboles, cultivos y animales es en la actualidad más “preciso” y rápido porque es “dirigido”, sustentado en los secuenciadores de alta velocidad y los marcadores moleculares.

Sin embargo, la nanotecnología es la tecnología que ampliará y profundizará la lógica de la precisión en los años y décadas futuras. Y lo hará en los distintos eslabones y ámbitos de las cadenas alimentarias. Por ejemplo: a) fortalecerá la agricultura de precisión; b) permitirá la generación de alimentos inteligentes, cuyos nutrientes ubicados en nanocápsulas serán mejor utilizados por el organismo humano y el de los animales; c) favorecerá una mejor gestión de la inocuidad a través de la utilización de envases interactivos, entre otras formas; y d) fortalecerá la prevención y control de enfermedades de plantas y animales.

La precisión es, en síntesis, uno de los rasgos característicos de la nueva revolución agrícola y alimentaria, lo cual se acentuará en los tiempos que vienen.



1.6. Referencias

- Banco Mundial. 2008. *Agriculture for development*. Washington DC.
- Barrera, A. 2010. El contexto mundial de la nueva revolución alimentaria. *In* La agricultura chilena en la nueva revolución alimentaria. Santiago, CL, Editorial Universitaria.
- _____. 2010. ¿Qué es lo más característico de la nueva revolución alimentaria? (en línea). Disponible en www.arturobarrera.com.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CL). 2008. *La transformación productiva 20 años después: viejos problemas, nuevas oportunidades*. Santiago, CL.
- Comisión Europea. 2004. *Converging technologies: shaping the future of European societies*. Bruselas, BE.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1996. *Enseñanzas de la revolución verde: hacia una nueva revolución verde. Documentos técnicos de referencia, Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. Roma, IT.
- _____. 2004. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación: la biotecnología agrícola, ¿una respuesta a las necesidades de los pobres?* Roma, IT.
- Pérez, C. 1998. *Desafíos sociales y políticos del cambio de paradigma tecnológico*. Presentación en Seminario: Venezuela, Desafíos y Propuestas. Caracas, VE.
- Tiju, J; Morrison, M. 2006. *Nanotechnology in agriculture and food*. Institute Nanotechnology. European Nanotechnology Gateway.
- Trigo, EJ. 2009. *El marco institucional para la innovación tecnológica en la agricultura y la alimentación*. *In* La institucionalidad agropecuaria en América Latina: estado actual y desafíos. Roma, IT, FAO.



2. Tecnología e innovación en la agricultura familiar en América Latina y el Caribe⁷

*Karen Montiel*⁸

2.1. Introducción

La agricultura familiar (AF) se desenvuelve en un contexto lleno de desafíos. Basta mencionar el cambio climático, las fluctuaciones en el precio del petróleo y los alimentos, la apertura comercial y las dinámicas productivas internas, los que representan oportunidades y amenazas para los países de América Latina y el Caribe (ALC). En esta región, además, hay que sumar la heterogeneidad que caracteriza a la AF, lo que implica un abordaje diferenciado según el país de que se trate.

Dos iniciativas hemisféricas, próximas a celebrarse, buscan una mejor comprensión del tema: la Segunda Conferencia Mundial sobre Investigación Agrícola para el Desarrollo (GCARD2) y la Sexta Reunión del Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO). Ambas tienen entre sus objetivos preparar una

7 Resumen ejecutivo de la síntesis de la consulta electrónica “Tecnología e innovación en la agricultura familiar de América Latina y el Caribe”, 2012 (en proceso de publicación).

8 Especialista del Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA.

agenda de tecnología e innovación en AF con la mirada puesta en el 2030.

En el marco de estas iniciativas, el FORAGRO facilitó una consulta electrónica titulada “Tecnología e innovación en la agricultura familiar de ALC”, en la que participaron más de 350 profesionales de diferentes sectores: académico, gubernamental, productores, agencias internacionales y profesionales interesados. Los resultados, organizados según las preguntas que guiaron el estudio, se presentan a continuación.

2.2. ¿Qué es la AF?

Pese a la dificultad de aportar una definición de la AF común a todos los países de ALC, los consultados indicaron que, en general, la AF alude a aquella actividad agropecuaria diversificada que tiene lugar en explotaciones de pequeña escala, que está dirigida mayormente al autoconsumo y al mercado interno, que representa la principal fuente de ingresos de quienes la practican y cuya fuerza de trabajo proviene del núcleo familiar. Otras de las características señaladas fueron:

- Insuficiente dotación de recursos para la producción, excepto mano obra, que es relativamente abundante.
- Condiciones agroecológicas muy heterogéneas entre regiones y países y considerable variación socioeconómica entre unidades familiares.
- Escasa vinculación con los mercados o débil articulación con los puntos locales de comercialización.
- Gran variabilidad entre países y regiones en cuanto a la tecnología y las innovaciones tecnológicas que se aplican en los sistemas productivos.

También se reconoció que la AF es una forma de vida, en la que se reúnen las experiencias, la identidad, los valores, los conocimientos y los aprendizajes que caracterizan la cultura rural.



2.3. Aportes de la AF en América Latina y el Caribe

2.3.1. La AF y la reducción de la pobreza

La pobreza es un fenómeno multidimensional y complejo, dadas las distintas facetas en las que se presenta. Quienes participaron en la consulta señalaron que la AF es generalmente una actividad productiva de poblaciones rurales pobres o vulnerables. De ahí que el estudio y la ejecución de estrategias que busquen mejorar la vida de los agricultores familiares resulten esenciales. Ahora bien, como se señaló en el apartado anterior, la heterogeneidad es una de las características sobresalientes de la AF, por lo que su contribución a la reducción de la pobreza rural dependerá del contexto en que se desarrolle.

Como aporte fundamental, los consultados mencionaron la producción de alimentos (cultivos básicos) para el consumo familiar.

Es posible que la unidad económica familiar genere ingresos, si logra colocar los productos excedentes en el mercado. Esto dependerá de la cercanía del mercado, de la vinculación con ese mercado y de los canales de comercialización disponibles.

Otro beneficio de la AF es la generación de empleo ocasional, pues hay momentos en que es necesario contratar mano de obra adicional y se recurra a otras familias del espacio rural.

Por el contrario, es de esperar que, en el caso de las unidades familiares que disponen de tecnología inapropiada, que carecen de insumos productivos, que siembran en laderas y zonas de riesgo, que usan tierras degradadas y que tienen fincas de baja productividad, la AF contribuya poco a reducir la pobreza familiar.

En síntesis, el marco en el que se desarrolle la AF determinará la contribución que pueda hacer para reducir la pobreza rural. Es indispensable, entonces, que la institucionalidad de los países de ALC coadyuve al diseño y a la implementación



de políticas públicas que consideren la heterogeneidad de la actividad agrícola familiar.

2.3.2. La AF y el mejoramiento de la seguridad alimentaria

En comparación con otros temas tratados, hubo un gran nivel de coincidencia entre los consultados con respecto al aporte de la AF a la seguridad alimentaria. Se reconoció que la AF contribuye a satisfacer las necesidades alimenticias del núcleo familiar, en primer lugar, y del resto de la población, cuando se colocan los excedentes productivos en el mercado.

Asimismo, se señaló que la agricultura de pequeña escala permite una mayor estabilidad en cuanto a la disponibilidad y abastecimiento de productos, debido a la mayor independencia de esta actividad con respecto a las fluctuaciones que ocurren en los mercados internos y externos.

Cabe notar que la disponibilidad de los alimentos no es una condición suficiente para garantizar la seguridad alimentaria; es necesario asegurar el acceso de las familias a los productos agrícolas.

La calidad de los alimentos también fue señalada como un aporte beneficioso de la AF, dado que el proceso de producción es más natural en comparación con la producción de mayor escala.

2.3.3. La AF y el manejo sostenible de los recursos naturales

El aporte de la AF al manejo sostenible de los recursos naturales depende, sin duda, de las prácticas agrícolas que se adopten y de las condiciones agroecológicas en que se desenvuelve. Sin embargo, como ejemplos del mejor manejo de los recursos naturales que se da en la AF, se citaron los siguientes aspectos:

- Empleo de insumos propios del espacio rural donde se desarrolla la AF.

- Durante el proceso productivo no se utilizan agroquímicos de manera intensiva, ni maquinaria especial ni otros elementos.
- Producción de varios cultivos en una misma área de la unidad de producción.
- Conservación de las variedades de semillas criollas, de los recursos fitogenéticos, de especies medicinales y de la biodiversidad, en contraposición con la pérdida que generan los monocultivos extensivos y el uso de semillas homogéneas asociadas a esta actividad.
- Aplicación de tecnologías limpias, que dejan una huella de carbono más leve.
- Manejo eficiente de los recursos hídricos, incluyendo la lluvia y el riego, lo que permite un uso más balanceado de esos recursos.
- Prácticas agrícolas naturales, más vinculadas al entorno.

En este punto se observaron posiciones divididas. Hubo quienes afirmaron que el empleo de prácticas inapropiadas en la AF, como la tala, la quema y el cultivo en pendientes y en suelos de dudosa calidad, contribuye a la degradación de los recursos naturales. Otros, en cambio, mencionaron casos exitosos en que la aplicación de un sistema amigable con el ambiente en la AF permitió el desarrollo sostenible desde el punto de vista social, económico y ambiental.

Es importante distinguir el impacto de las prácticas inapropiadas que en ocasiones se observan en la AF, que afectan principalmente los recursos naturales del área agrícola en donde se desarrolla, del efecto que tienen sobre los recursos naturales las prácticas agrícolas intensivas, la industria y el proceso de urbanización de los países de ALC.



2.4. La tecnología y la innovación en la AF

2.4.1. *El nivel tecnológico y la innovación en la AF*

La heterogeneidad que caracteriza la AF en los países y regiones de ALC dificulta realizar una caracterización general del desarrollo tecnológico y la innovación en la AF. Por ejemplo, una tecnología apropiada para una unidad productiva y aprovechable en determinado espacio geográfico podría ser inapropiada en otra unidad u contexto.

Algunos de los factores que permiten caracterizar el nivel tecnológico y la innovación en la AF son:

- Uso de recursos locales.
- Dependencia de insumos externos.
- Desarrollo y apropiación de máquinas y equipos.
- Valor agregado de los productos.
- Grado de organización de los productores y capacidad de gestión.
- Nivel educativo de los agricultores.
- Vinculación con el mercado y articulación con otros sectores.
- Uso de energías alternativas.
- Disponibilidad de crédito.

En general, los participantes indicaron que el desarrollo tecnológico de la AF en ALC es bajo, en comparación con otras actividades productivas. Esto obedece, señalaron, al limitado apoyo público a los procesos de investigación e innovación, a los enfoques reduccionistas que se han adoptado, al sesgo hacia la oferta tecnológica, a la debilidad de los sistemas de extensión, al excesivo énfasis puesto en aspectos productivos, a la poca integración a cadenas de valor y a la falta de políticas públicas diferenciadas.

Es necesario, entonces, fortalecer la capacidad de los agricultores de aprovechar la investigación agrícola. Esta capacidad puede verse potenciada cuando existen organizaciones de productores, se dispone de recursos de agua y suelo, el nivel educativo facilita la apropiación de distintas opciones tecnológicas, se respeta el saber y la cultura locales, y los distintos actores realizan el trabajo de forma multidisciplinaria, holística y participativa.

2.4.2. La oferta y la demanda tecnológicas

La mayoría de los participantes que se refirieron a este tema sostuvieron que la oferta tecnológica agregada por lo general es insuficiente para satisfacer las demandas explícitas e implícitas de la AF. Por un lado, consideran que los agricultores familiares saben cuáles son sus necesidades, pero sus ingresos son limitados y no tienen ni los recursos ni las condiciones para acceder a los nuevos conocimientos tecnológicos. Además, muchos tienen un bajo nivel educativo, el cual, sumado a una débil organización, dificulta los procesos de innovación.

Por otro lado, señalaron que los oferentes de tecnologías tienen la capacidad técnica para atender las demandas de los agricultores, pero no siempre mantienen una comunicación cercana con ellos que les permita identificar y desarrollar tecnologías apropiadas a sus necesidades (es decir, en función de sus condiciones ambientales y productivas). Asimismo, los presupuestos públicos de los INIA (institutos nacionales de investigación agrícola) se han visto limitados en muchos países de ALC y más bien, tienen que recurrir a fondos privados que atenderían necesidades específicas de las empresas.

2.4.3. Los procesos de innovación en la AF

Según los consultados, los procesos de innovación pueden mejorarse de la siguiente forma:

- Aplicación de un enfoque en el área de la tecnología y la innovación que esté basado en las necesidades de la AF.
- Acompañamiento al agricultor familiar.



- Participación de la AF en la formulación de políticas públicas, en el diseño de tecnologías y en la resolución de problemas.
- Promoción y fortalecimiento de redes de conocimiento tecnológico.
- Inclusión de los miembros de la unidad productiva.
- Fortalecimiento de los sistemas de investigación y extensión para la adopción e implementación de las tecnologías.
- Planteamiento y ejecución de políticas y estrategias diferenciadas.
- Sistematización de las experiencias desarrolladas en cada territorio.

2.4.4. El rol de los actores

Entre los roles mencionados por los participantes para los diferentes actores están los siguientes:

- Los agricultores familiares deben identificar apropiadamente sus necesidades para orientar las soluciones tecnológicas que demandan para sus problemas productivos.
- Los responsables del desarrollo de tecnologías deben identificar y desarrollar opciones apropiadas para la AF. Estas tecnologías deben caracterizarse por ser de fácil acceso.
- Los investigadores y los extensionistas deben adaptar y validar agrotecnologías para la innovación en sistemas de producción tradicionales, así como para la recuperación y conservación de los recursos naturales.
- Los centros generadores de tecnologías deben establecer programas específicos para la AF, que respondan incluso a las necesidades de los sistemas de producción naturales, orgánicos o agroecológicos.
- Los centros de investigación deben favorecer la investigación estratégica y aplicada, en conjunto con otros actores.



- Los encargados del desarrollo tecnológico deben generar espacios que cuenten con la participación de distintos actores y sistematizar las tecnologías e innovaciones resultantes.
- Los investigadores son responsables de promover la difusión de información sobre los avances científicos y tecnológicos.
- Los responsables de promover la innovación también deben propiciar el diálogo y compartir la información con los diferentes actores.
- Las instancias encargadas de la investigación y la extensión deben hacer análisis técnicos sólidos, comunitarios y participativos.
- Los tomadores de decisión son responsables de identificar y promover políticas públicas que apoyen el desarrollo tecnológico de la AF.

2.5. Agenda de trabajo hemisférico

La AF se caracteriza por la heterogeneidad de sus condiciones agroecológicas, socioeconómicas y culturales, por lo que las agendas de los países de ALC deben tomar en consideración esas diferencias.

Con respecto a la preparación colectiva de una agenda hemisférica, las contribuciones de los participantes giraron en torno a los siguientes temas:

- Desarrollo e innovación en el uso de recursos productivos, genéticos e hídricos, el patrimonio agrícola y tecnologías limpias.
- Creación y fortalecimiento de alianzas y redes con otros actores involucrados en el desarrollo de la AF.
- Fortalecimiento de las cadenas de valor y de la incorporación de la AF en ellas.
- Mejoramiento del acceso a los mercados de los productos de la AF.



- Identificación y desarrollo de tecnologías apropiadas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos.
- Disponibilidad de información agroclimática, de mercado, institucional y tecnológica para la toma de decisiones.
- Promoción del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
- Generación y desarrollo de las capacidades de la AF para promover emprendimientos productivos.
- Reconocimiento y valoración del saber del agricultor familiar.
- Mejoramiento del acceso a la educación y la formación técnica y fortalecimiento de las capacidades de los productores.
- Promoción de procesos participativos y de articulación con otros sectores.
- Definición y establecimiento de políticas públicas diferenciadas para el desarrollo y el fortalecimiento de la AF.
- Desarrollo y/o fortalecimiento de los sistemas nacionales de innovación agroalimentarios, apoyando el papel de los INIA, los sistemas de extensión y el rol de la academia.
- Desarrollo de las innovaciones institucionales para apoyar el desarrollo organizacional de la AF y de las instituciones que promueven su progreso técnico.

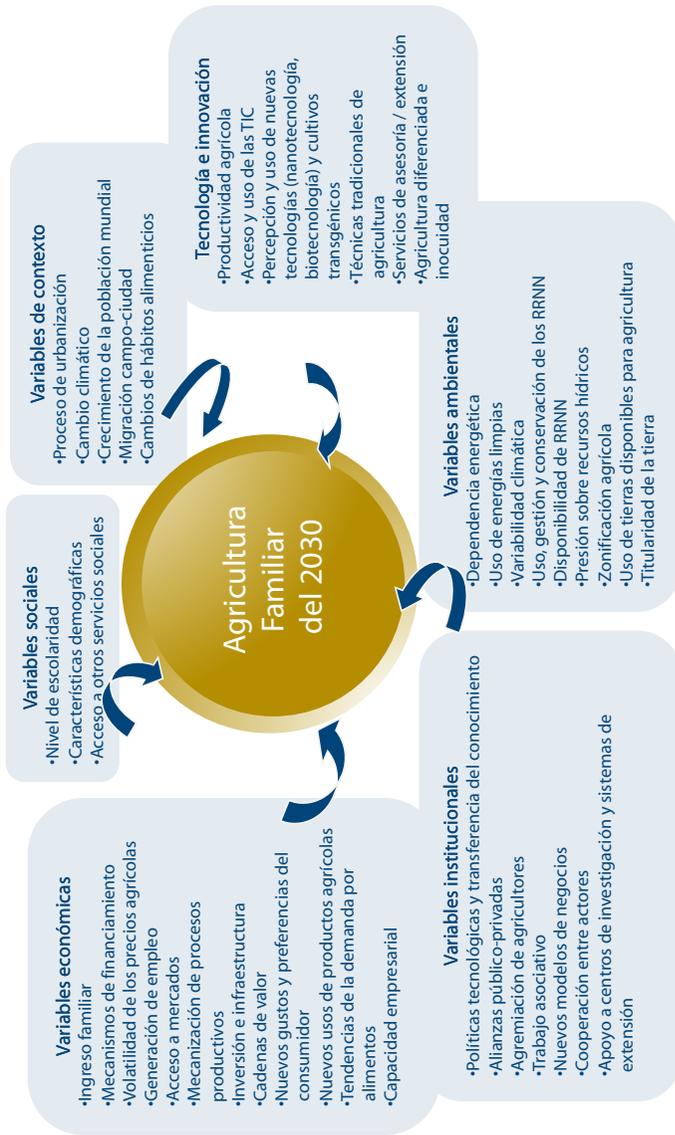
2.6. Elementos claves para un análisis prospectivo

Los participantes señalaron elementos claves para un análisis prospectivo de la innovación en la AF de ALC en el horizonte 2030 (ver Figura 2.1).

Del contexto actual se derivan problemas y obstáculos cuya solución está, en parte, fuera de la competencia o marco de acción de los propios agricultores familiares. Además, la



Figura 2.1. Variables críticas para un análisis prospectivo de la AF en ALC.



Fuente: Síntesis de la consulta electrónica “Tecnología e innovación en la agricultura familiar de América Latina y el Caribe”, 2012.



realidad de los productores merece atención especial, debido a su diversidad y a la dinámica de sus procesos. De ahí la importancia, según los consultados, de realizar un estudio prospectivo que considere los desafíos y las oportunidades con respecto al aumento de la población mundial, los procesos de urbanización que se están extendiendo en todas las latitudes, los efectos del cambio climático y los nuevos hábitos alimenticios.

La mayoría de los aportes de los consultados se enfocaron en las variables o elementos económicos del sistema productivo de la AF. Sin embargo, también se mencionaron las variables ambientales y aquellas relacionadas con el manejo de los recursos naturales, como el uso de energías limpias, el nivel de dependencia energética, el uso y la conservación de los recursos naturales y la información sobre la variabilidad climática.

Otras variables consideradas incluyeron el uso de las TIC, de tecnologías con alto grado de sofisticación y de técnicas tradicionales con potencial para impactar positivamente en las variables económicas y ambientales de la AF. Los participantes también aportaron variables de tipo regulatorio, social e institucional.

2.7. Conclusiones

Para abordar el desarrollo de la AF en los países de ALC, se requiere conocer mejor la dinámica de trabajo de los pequeños agricultores y las condiciones agroecológicas, socioeconómicas y culturales que caracterizan las distintas regiones.

Los aportes de los consultados coincidieron en algunos temas y discreparon en otros. La causa de las diferencias de opinión es que tanto la contribución de la AF al desarrollo rural como el impacto de la innovación tecnológica dependen de las condiciones en que dicha agricultura se desenvuelve.

Los participantes indicaron que, en términos generales, el grado de desarrollo de la innovación y la tecnología en la AF de los países de ALC es bajo. También destacaron la necesidad de que los pequeños agricultores tengan acceso a las tecnologías y se apropien de ellas.



Muchas de las propuestas de los consultados para el fortalecimiento de la AF en ALC señalaron la urgencia de que la actividad del pequeño agricultor sea más competitiva y económicamente viable, la necesidad de utilizar tecnologías adecuadas a las realidades ecológicas, culturales y socioeconómicas de cada región y la importancia de que los procesos de investigación y extensión se basen en las necesidades y las demandas de las familias productoras.

Dadas las diferencias entre países, se planteó la propuesta de regionalizar las iniciativas para fortalecer la AF en ALC; a saber, en Centroamérica, la Región Andina, el Cono Sur y el Caribe. Es relevante que estas iniciativas estén acompañadas de un mayor compromiso y voluntad política por parte de los gobiernos.

Finalmente, se identificaron variables para elaborar una agenda conjunta y hacer un análisis prospectivo con la mirada puesta en el 2030. Hubo coincidencia entre los consultados de la importancia de definir colectivamente el tipo de AF que se desea alcanzar en ese año. La ruta que se defina a esos efectos debe ir acompañada de un sistema de seguimiento y evaluación regional de los objetivos e indicadores propuestos, a fin de valorar los avances y los retrocesos de la AF hacia el logro de ese futuro deseado.



3. Desempeño tecnológico de la agricultura

*Viviana Palmieri*⁹

3.1. 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 los avances tecnológicos en ciencias como la genética y la información tornan difusos los límites entre las ciencias agrícolas y las otras ciencias (Pardey *et al.* 2006).

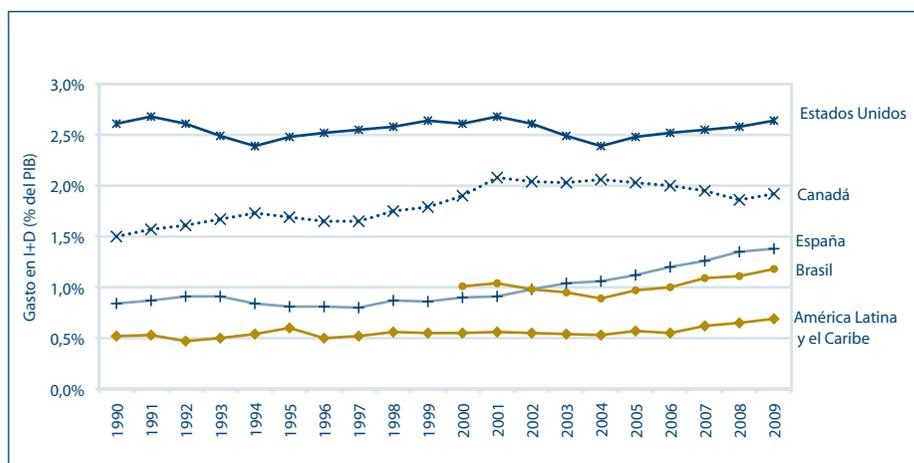
Según un estudio sobre educación, ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe (ALC) realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (IDB 2010), la inversión en investigación y desarrollo (I+D) es uno de los principales factores que a largo plazo impulsan el crecimiento económico. La intensidad de la I+D, expresada como el porcentaje del producto interno bruto (PIB) invertido en I+D en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), alcanzó alrededor de 2,29% del PIB en 2007. Los países con los índices más altos de intensidad de I+D en todo el mundo son Suecia (3,6%) e Israel (4,7%). Por el contrario, si bien en los últimos años se han logrado progresos, América

⁹ Especialista del Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA.

Latina todavía invierte mucho menos en I+D que las economías de referencia (IDB 2010).

Como se aprecia en la Figura 3.1, la inversión en I+D en la región representó el 0,69% del PIB en 2009 frente al 0,55% en 2000. De igual manera, la intensidad de las inversiones en I+D en relación con el PIB ha mostrado una leve tendencia creciente en los últimos años. Sin embargo, la tendencia observada en ALC se debe en gran medida a los avances realizados por Brasil, al que le corresponde el 70% de las inversiones de la región (Figura 3.2).

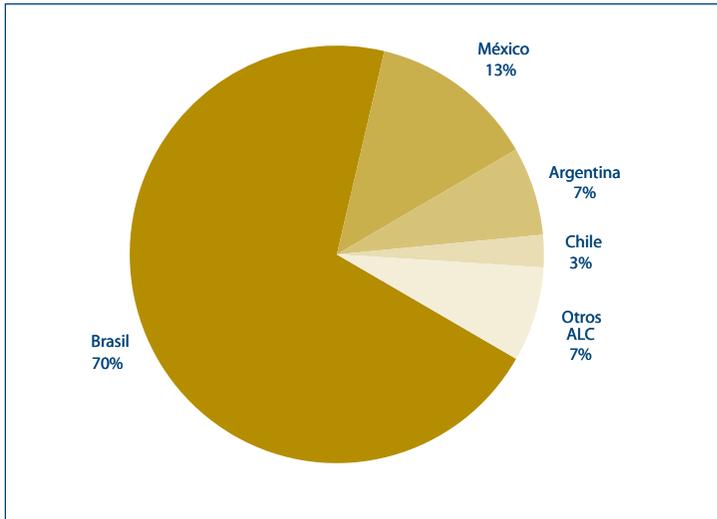
Figura 3.1
Intensidad de las inversiones en I+D
(porcentaje del PIB).



Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de RICYT 2012.

Figura 3.2

Proporción del total de inversiones en I+D por parte de los países seleccionados como porcentaje del total en I+D en ALC, 2009.



Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de RICYT 2012.

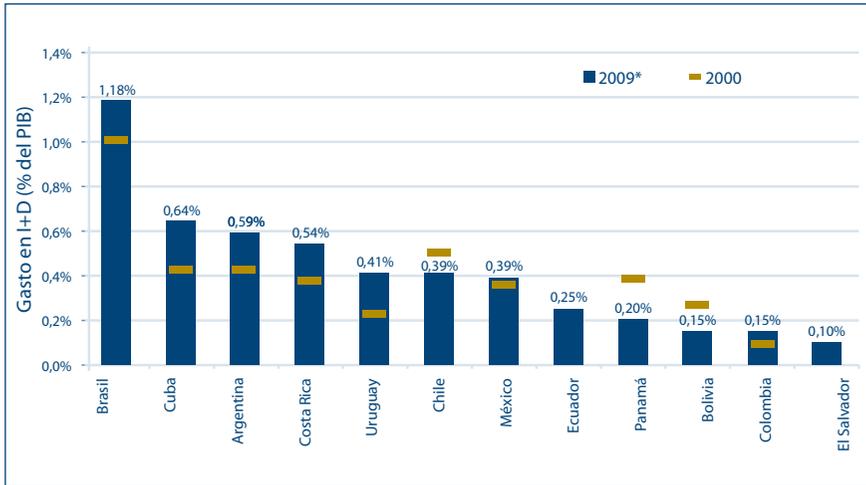
Nota: "Otros ALC" incluye Cuba, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Uruguay, Panamá, Bolivia, Guatemala, El Salvador, Trinidad y Tobago y Paraguay, entre otros países.

Al analizar la intensidad de las inversiones de los países con información disponible (Figura 3.3), se observa que solo Brasil invierte más del 1% de su PIB en I+D y tres países incrementaron sus inversiones hasta superar el 0,5% del PIB (Cuba, Argentina y Costa Rica). En general, estos valores son muy bajos y se observa que en Chile, Panamá y Bolivia disminuyeron entre el año 2000 y el 2009. El rezago de ALC es un hecho observado en diferentes estudios sobre el tema (Brumfiel 2006, Pardey *et al.* 2006, IDB 2010).



Figura 3.3

Intensidad de las inversiones en I+D (porcentaje del PIB) en 2009 (o último año disponible) y 2000 (o año más cercano disponible) en países seleccionados.



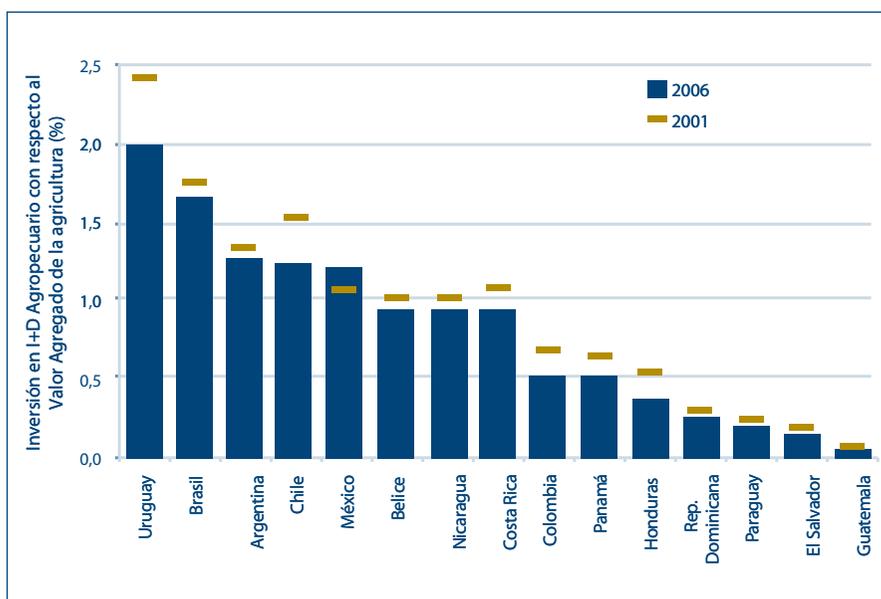
Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de RICYT 2012.

* **Nota:** el porcentaje consignado para cada país corresponde a la intensidad en 2009 o en el último año disponible.

Con respecto a la inversión en **ciencia y tecnología agropecuaria**, la iniciativa ASTI (siglas en inglés de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) del Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) es la instancia especializada en dar seguimiento a esta información a nivel mundial. En este momento (mediados de 2012), los datos para ALC más recientes de esta fuente corresponden a las inversiones realizadas en el año 2006 (Stads y Beintema 2009). En dicho estudio, se reportaron aumentos moderados del monto total invertido en investigación en términos reales, equivalentes a un aumento promedio de 1,1% anual entre 1981 y 2006, pero con grandes diferencias entre los países de ALC (Stads y Beintema 2009).

Los valores de la 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. Nuevamente, las diferencias entre países son muy marcadas. Por ejemplo, en todos los países del Cono Sur de la muestra y en México, la inversión en I+D superó el 1,2% de su producto agrícola en el 2006; Belice, Nicaragua y Costa Rica estuvieron cerca del 1%, mientras en los demás países no superó el 0,5%. Con la excepción de México, en todos los países incluidos en la muestra la intensidad en el 2006 fue inferior a la del 2001 (Figura 3.4).

Figura 3.4
Tendencias de la intensidad de la inversión pública en I+D agropecuaria con respecto al valor agregado de la agricultura por país.



Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA con base en datos de ASTI (Stads y Beintema 2009).



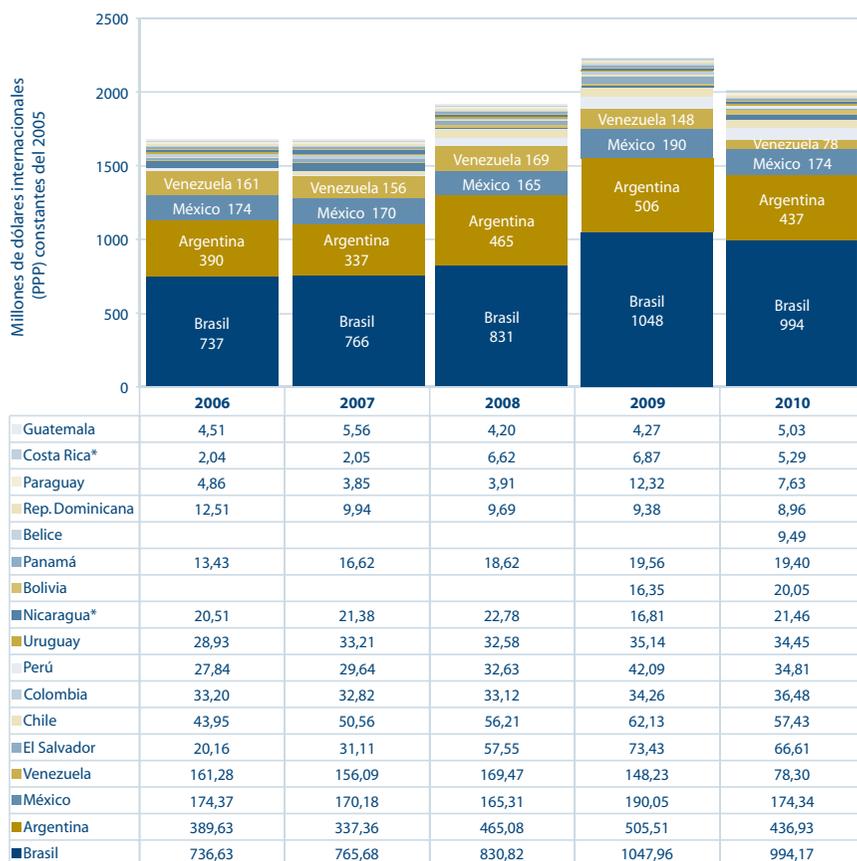
Existen datos más recientes referidos a los institutos nacionales de investigación agropecuaria (INIA) de la región, por lo que no son comparables con los valores de ASTI, que incluyen las inversiones de todo el sector público y académico de cada país. Estos fueron obtenidos por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) a fines de 2011 o inicios de 2012 para el estudio realizado por Trigo, Pomareda y Villarreal (2012), cuyo resumen ejecutivo se presenta en el capítulo 5. de esta publicación. Estos datos muestran un incremento de los recursos invertidos por los INIA entre 2006 y 2009, en que la suma de los INIA de los países encuestados alcanzó más de 2,2 miles de millones de dólares internacionales del 2005, para luego descender en 2010 (Figura 3.5).

Al igual que en los datos para la inversión en I+D de la economía en general reportados por la RICYT y los del sector agropecuario presentados por ASTI, los datos de los INIA muestran una clara preponderancia de unos pocos países, tales como Brasil y Argentina, que juntos representan el 70% de las inversiones (Figura 3.5).

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 otros 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 3.5
Tendencias de la intensidad de la inversión pública en I+D agropecuaria con respecto al valor agregado de la agricultura por país.



Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA con base en datos de las encuestas realizadas para el estudio de Trigo, Pomareda y Villarreal (2012).

Notas: La información presentada por los países se refirió al presupuesto institucional, excepto Costa Rica y Uruguay, que reportaron cifras del ingreso real, y Brasil, que indicó los recursos aplicados por objeto de gasto. La mayoría de los países reportó su información en moneda local y algunos países en USD. Se utilizaron factores de conversión de la paridad del poder de compra (PPP) de la base "World Bank DataBank" del Banco Mundial para presentar la información en dólares internacionales, constantes al 2005.

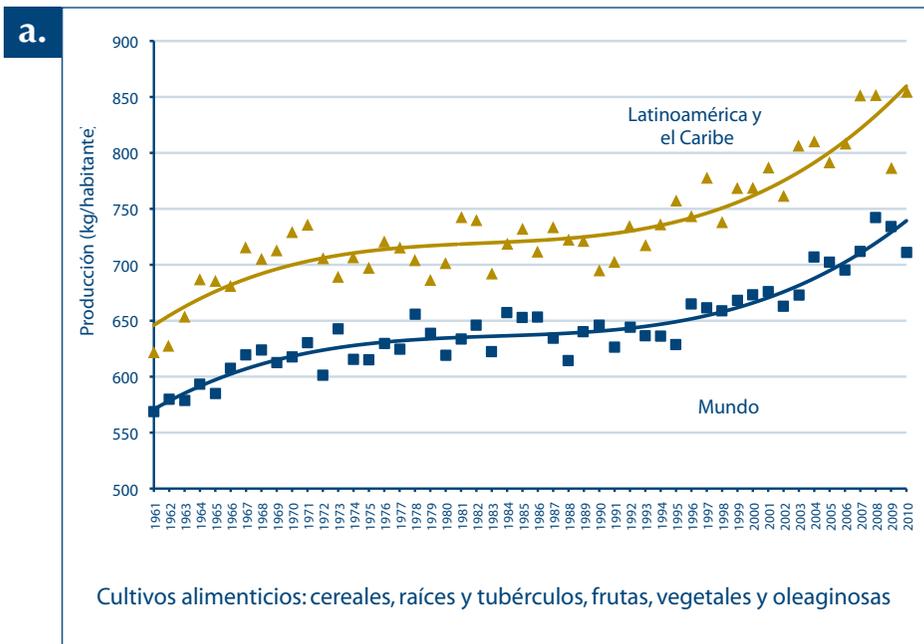
* Los datos de Costa Rica incluyen transferencias de instituciones descentralizadas, del sector externo para todos los años y del Plan Nacional de Alimentos para el año 2008. Los datos de Nicaragua incluyen el presupuesto del Gobierno, préstamos y donaciones.

3.2. Desempeño de la producción agrícola desde la óptica de la tecnología e innovación

La producción de cultivos alimenticios per cápita ha mostrado una tendencia creciente en las últimas décadas, tanto en ALC como en el mundo (Figura 3.6a). 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, disminuyéndose la diferencia entre ALC y el total mundial (Figura 3.6b).

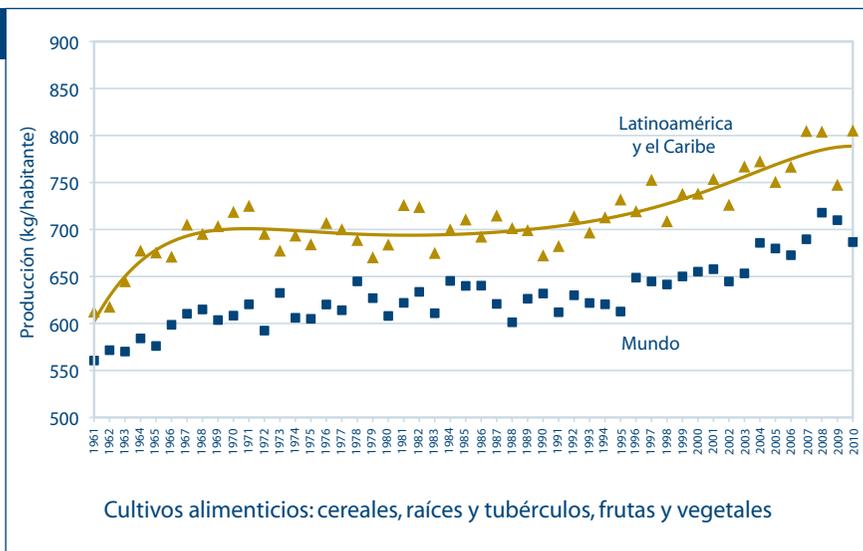
Figura 3.6

Producción de cultivos alimenticios por habitante, (incluyendo oleaginosas) 1961-2010.



Producción de cultivos alimenticios por habitante 1961 - 2010

b.

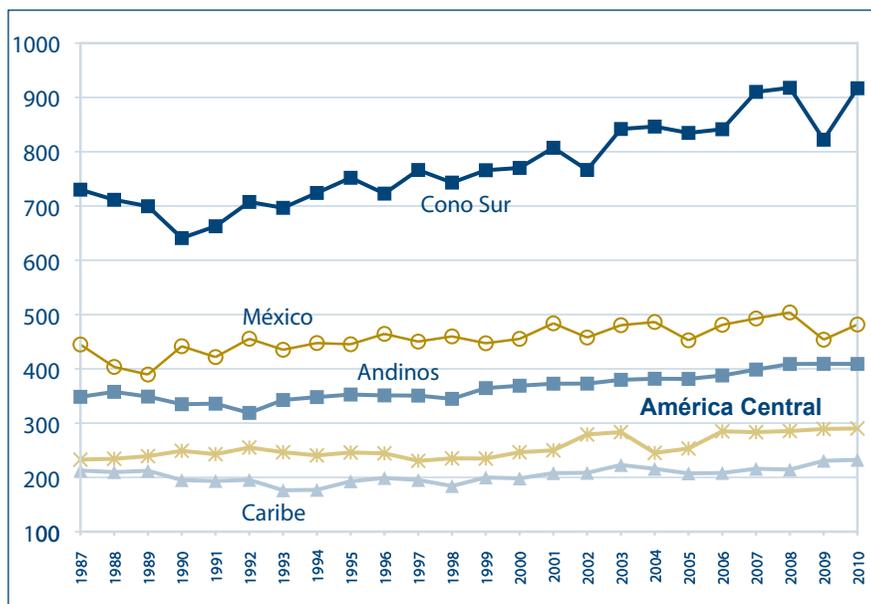


Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FAOSTAT (FAO 2012).

Al analizar la producción de alimentos de origen vegetal y animal per cápita en ALC, se observa una clara diferenciación entre regiones. El Cono Sur produce más del doble de alimentos por persona que México o la Región Andina y alrededor del triple de los que produce el Caribe o América Central (Figura 3.7). Tanto en México como en la Región Sur del continente, en los últimos años la producción anual ha mostrado oscilaciones más marcadas que en los periodos previos, mientras en las demás regiones no ha habido cambios significativos.



Figura 3.7
Producción de alimentos per cápita en ALC, 1987-2010.



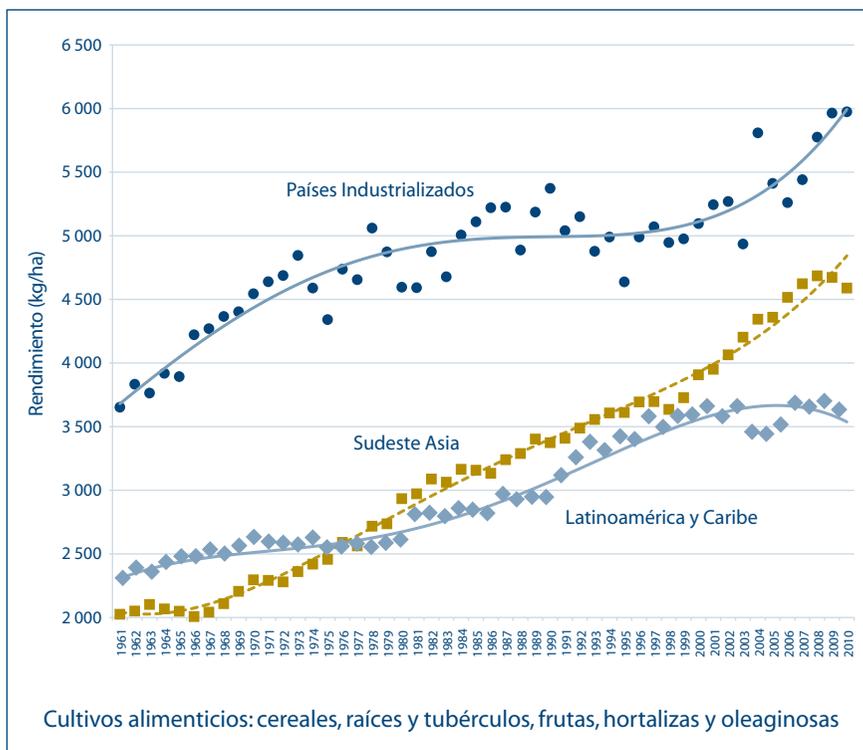
Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FAOSTAT (FAO 2012).

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 un preocupante estancamiento en la última década, la cual no se manifiesta en otras regiones del mundo (Figura 3.8). Por ejemplo, en los países industrializados y en el Sudeste asiático, el crecimiento del rendimiento en la última década es mucho más marcado que en ALC, particularmente hasta 2008. Este indicador agregado puede reflejar variaciones en una serie de elementos, tales como modificaciones en la estructura productiva, la incorporación de tierras marginales o la menor inversión en cultivos ali-

menticios por la pérdida de la 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 respecto a otras regiones competidoras del mundo.

Figura 3.8
Producción de cultivos alimenticios por hectárea,
1961-2010.

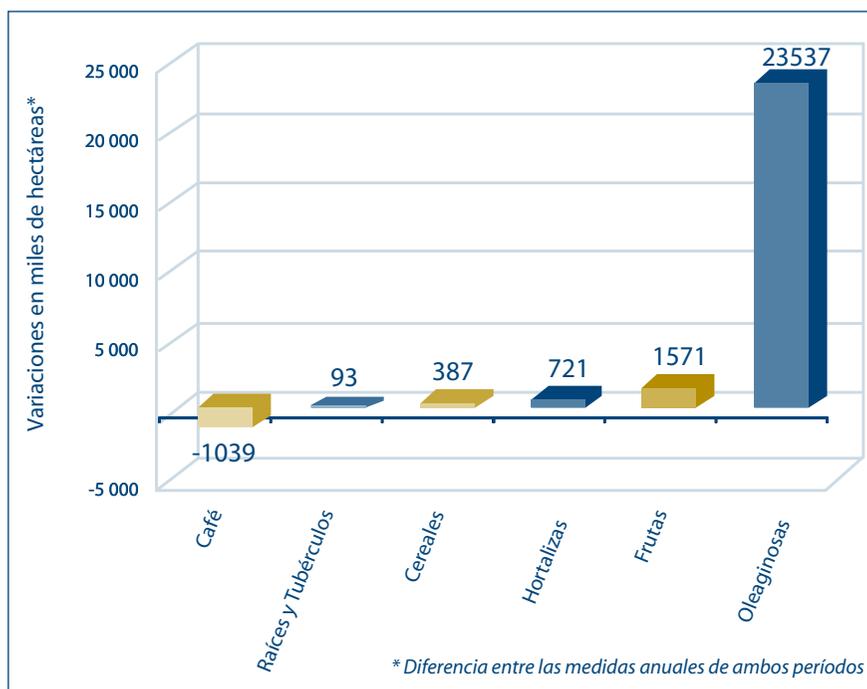


Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA con base en datos de ASTI (Stads y Beintema 2009).



Al comparar la situación actual con la de hace 20 años, en ALC se han registrado aumentos importantes en el área dedicada al cultivo de hortalizas, frutas y particularmente oleaginosas (soya, girasol y palma africana), mientras se ha incrementado levemente la superficie dedicada a rubros como cereales y raíces y tubérculos y ha decrecido la de café (Figura 3.9).

Figura 3.9
Variaciones en la estructura de producción en rubros económicamente importantes en ALC, 1988/90-2008/10.

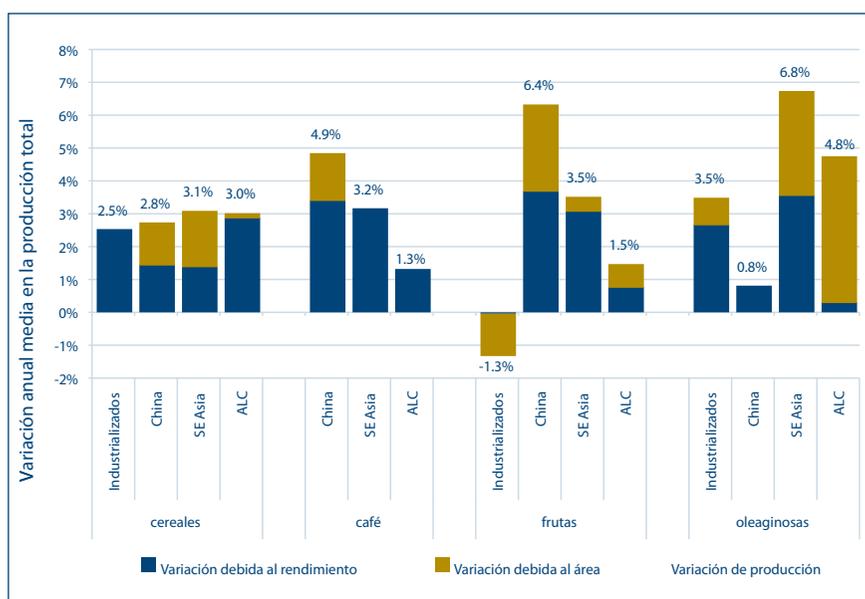


Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FAOSTAT (FAO 2012).

En la Figura 3.10 se observa el aumento anual de la producción en grupos de rubros y la estimación de la contribución del área y del rendimiento a esta variación. En la década pasada, la producción de cereales se incrementó anualmente alrededor de 3%, debido principalmente al aumento del rendimiento, especialmente en los países industrializados y

en ALC. Esto es congruente con el hecho de que en estos rubros se han dado los mayores esfuerzos públicos (nacionales e internacionales) dirigidos a desarrollar opciones tecnológicas. En el caso del café, la producción mostró incrementos en China y el Sudeste asiático superiores a los de ALC. En este rubro la mayor parte de los aumentos también se debió a mayores rendimientos. Con respecto a las frutas, se destaca el incremento de su producción en China y el Sudeste asiático, con una fuerte contribución del rendimiento. Los mayores aumentos en la producción de oleaginosas se dieron en el Sudeste asiático y en ALC, aunque en el caso de esta última región el incremento se debió principalmente a la incorporación de áreas (Figura 3.10).

Figura 3.10
Contribución del rendimiento y del área a la variación anual de la producción en el mundo en grupos de rubros seleccionados, en la última década (2001-2010).



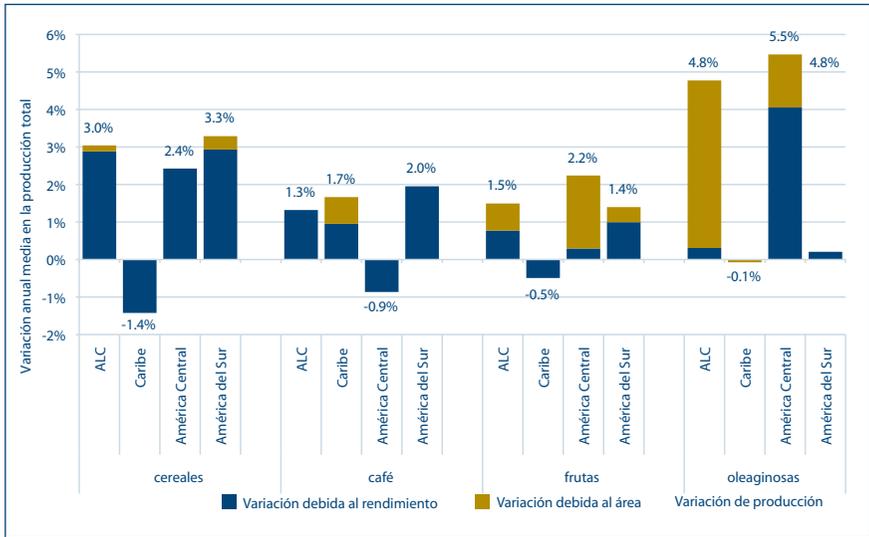
Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FAOSTAT (FAO 2012).

Notas: El rubro "frutas" incluye todas las frutas, excepto melón. Los porcentajes corresponden a las variaciones en la producción anual.



Al analizar cada una de las regiones de ALC, surgen algunas diferencias interesantes (Figura 3.11). La producción de cereales varió principalmente debido a cambios en los rendimientos, la cual disminuyó en el Caribe y se incrementó en las demás regiones. Con respecto al café, en el Caribe aumentó tanto su área como el rendimiento, en América Central bajó la producción y en América del Sur subió, en ambos casos debido a variaciones del rendimiento. América Central fue la región en que más aumentó la producción de frutas, principalmente por la incorporación de más área. En el caso de las oleaginosas, los incrementos de la producción fueron significativos en América Central y en la Región Sur, aunque en esta última se debió casi exclusivamente al aumento de las áreas dedicadas al cultivo de esos rubros (Figura 3.11).

Figura 3.11
 Contribución del rendimiento y del área a la producción en las regiones de ALC en grupos de rubros seleccionados, en la última década (2001-2010).



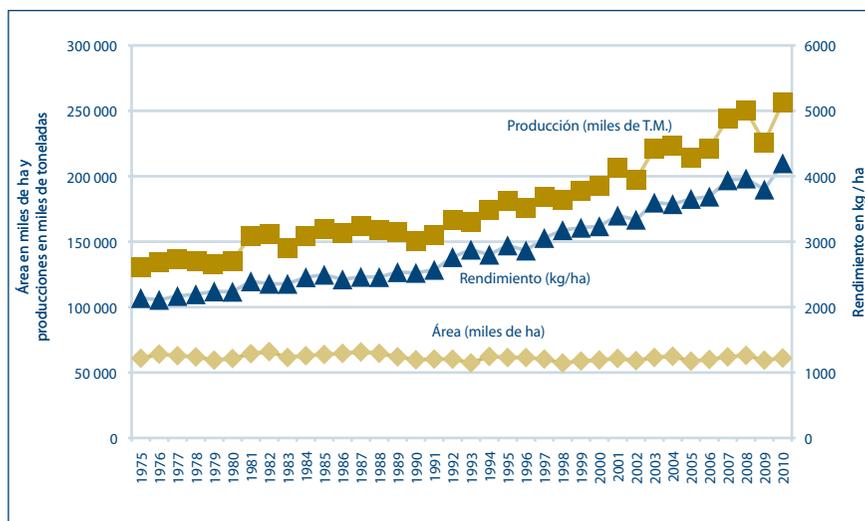
Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FAOSTAT (FAO 2012).

Notas: El rubro “frutas” incluye todas las frutas, excepto melón.

Los porcentajes corresponden a las variaciones en la producción anual.

La importancia del aumento en el rendimiento sobre la producción de cultivos alimenticios básicos se aprecia claramente en la Figura 3.12. 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 3.12
Tendencias en la producción de cultivos básicos (cereales, raíces y tubérculos, frijol), 1975-2010.



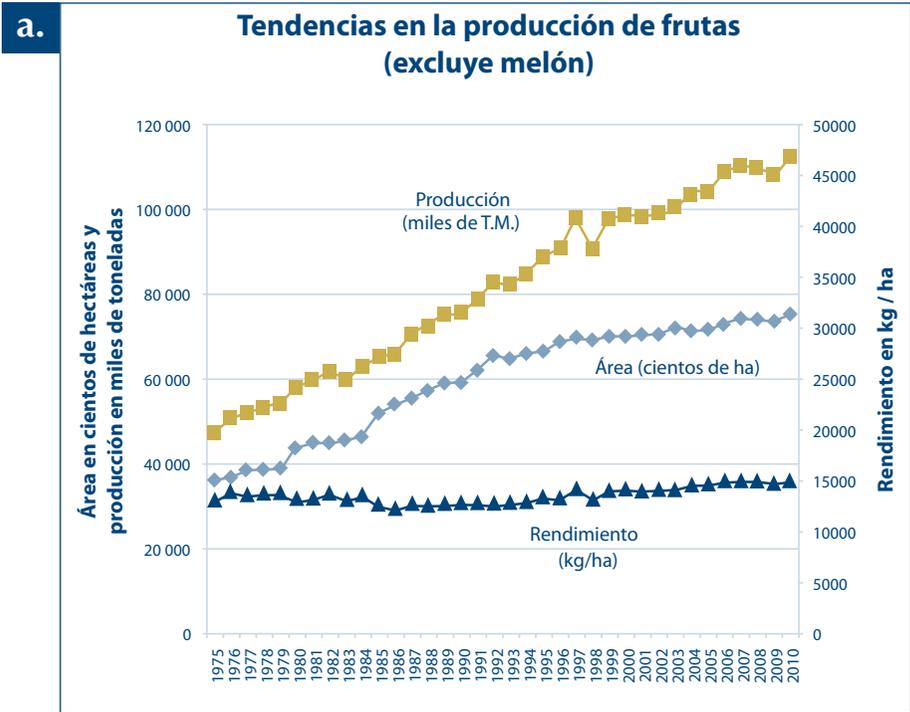
Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FAOSTAT (FAO 2012).

Por el contrario, en la Figura 3.13 se observan las tendencias en dos grupos de cultivos que tradicionalmente no han sido objeto de tantos esfuerzos de la investigación pública. Tanto en frutas como en oleaginosas, las tendencias de la producción



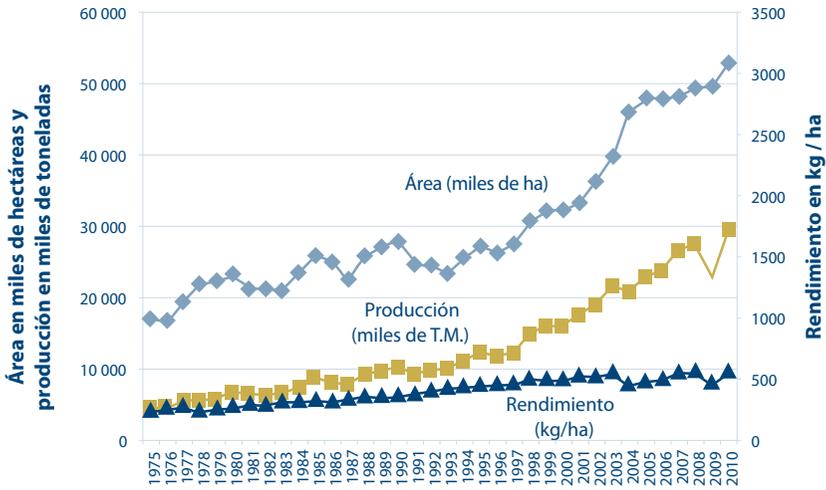
corresponden a variaciones del área sembrada, con un efecto poco significativo del rendimiento. En el caso de las frutas, en los dos últimos años de la serie se observa cierto cambio en esta tendencia, lo que podría indicar que está aumentando la incorporación de tecnologías en estos rubros. En el caso de las oleaginosas, cuya producción también está determinada más por el aumento del área de siembra que por el rendimiento, el crecimiento acelerado del área de soya genéticamente modificada, particularmente en el Cono Sur, tiene una fuerte influencia sobre los datos.

Figura 3.13
Tendencias en la producción de frutas y oleaginosas,
1975-2010.



b.

Tendencias en la producción de oleaginosas

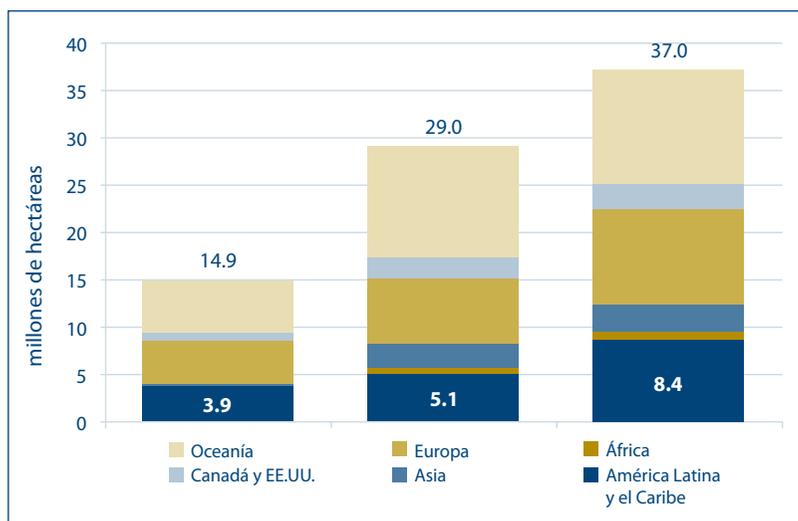


Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FAOSTAT (FAO 2012).

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. Desde el inicio del milenio, el área bajo manejo orgánico se ha duplicado en esta región, pasando de 3,9 millones de hectáreas en 2000 a 8,4 millones en 2010 (Figura 3.14). Los continentes con mayor proporción de área bajo manejo orgánico siguen siendo Oceanía y Europa.



Figura 3.14
 Área total bajo manejo orgánico –
 distribución entre continentes.



Fuente: Elaborada por el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA; datos de FiBL e IFOAM 2012.

Los avances en el uso de diferentes tipos de biotecnologías y en la bioseguridad de América Latina y el Caribe se presentan en el siguiente capítulo.

3.3. Referencias

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

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2012. FAO Statistical Database (FAOSTAT) (en línea). Roma, IT. Consultado 22 jul. 2012. Disponible en <http://faostat.fao.org>.

FiBL (Research Institute of Organic Agriculture, CH), IFOAM (International Federation of Organic Agriculture

- Movements). 2012. World: organic agricultural land and other certified areas by continental region 2005-2010 (en línea). Frick, CH, Organic-World.net, FiBL. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en <http://www.organic-world.net/statistics-data-tables-excel.html>. Última actualización: 2 mar. 2012.
- IDB (Inter-American Development Bank, US). 2010. Science, technology and innovation in Latin America and the Caribbean: a statistical compendium of indicators (en línea). Washington, D.C., US. Consultado 22 jul. 2012. Disponible en <http://www.iadb.org/document.cfm?id=35384423>.
- Pardey, PG; Beintema, NM; Dehmer, S; Wood, S. 2006. Agricultural research: a growing global divide? Washington, D.C., US, ASTI (Agricultural Science and Technology Indicators Initiative), IFPRI (International Food Policy Research Institute). 34 p.
- RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana-, AR). 2012. Indicadores de insumo (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 10 jul. 2012. Disponible en <http://www.rieyt.edu.ar>.
- Stads, GJ; Beintema, NM. 2009. Public agricultural research in Latin America and the Caribbean: investment and capacity trends (en línea). Washington, D.C., US, ASTI (Agricultural Science & Technology Indicators Initiative), IFPRI (International Food Policy Research Institute), IDB (Inter-American Development Bank). Consultado 20 jul. 2012. Disponible en <http://www.asti.cgiar.org/node/1843>. 28 p.
- Trigo, E; Pomareda, C; Villarreal, F. 2012. Los INIA en ALC: desafíos para la innovación agraria. San José, CR, IICA. Manuscrito en edición. 91 p.



4. Avances de la biotecnología y la bioseguridad en América Latina y el Caribe

Pedro J. Rocha S.¹⁰

4.1. Introducción

En América Latina y el Caribe (ALC), la agrobiotecnología es considerada como un conjunto de técnicas variadas y altamente eficientes (Rocha 2011) que se constituye en una de las herramientas que permitirán, en el marco de las distintas formas de agricultura (convencional, orgánica, transgénica, etc.), dar cumplimiento al reto de producir más y mejores productos alimenticios y no alimenticios, causando un mínimo impacto ambiental negativo, en un escenario de cambio climático global, e involucrando a agricultores pequeños, medianos y grandes.

La importancia de implementar acciones en biotecnología en ALC fue reconocida en la Declaración de San José, emitida por los ministros de Agricultura de las Américas en la Decimosexta Reunión Ordinaria de la Junta Interamericana de Agricultura (JIA), celebrada en octubre de 2011 en Costa Rica.

Una de las múltiples herramientas de la biotecnología es la transgénesis, técnica que permite generar cultivos genéticamente modificados (GM). Las implicaciones que ello conlleva

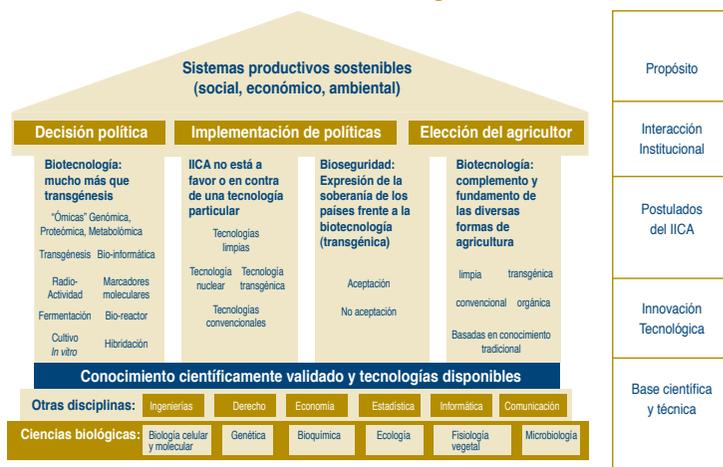
10 Coordinador del Área de Biotecnología y Bioseguridad del IICA.

han sido objeto de numerosos debates. Como resultado, algunos países han rechazado la aplicación de esa tecnología, mientras otros la han aceptado (Ministerio del Ambiente y Market S.A. 2008).

En cumplimiento del mandato de la JIA, en atención a la necesidad de utilizar diversas herramientas biotecnológicas para resolver algunos de los problemas de la agricultura del hemisferio y con el objeto de representar la visión de los 34 países miembros del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en 2011 el Instituto planteó cuatro pilares sobre los que se sustentan sus acciones de cooperación en biotecnología y bioseguridad (Figura 4.1):

- (i) La biotecnología es mucho más que transgénesis (toda transgénesis es biotecnología, pero no toda la biotecnología es transgénesis).
- (ii) El IICA no apoya ni rechaza una técnica particular. La misión del Instituto es brindar información objetiva, imparcial, veraz y científicamente validada sobre el tema que haya sido generada por centros de investigación y universidades, con el fin de que sirva de apoyo a los tomadores de decisiones y al público en general.
- (iii) La bioseguridad es una muestra de la expresión de la soberanía de los países en un tema tecnológico. Así las cosas, cualquiera que sea la posición de un país sobre la transgénesis (aceptación o rechazo), lo importante es que cuente con un marco regulatorio de bioseguridad que le permita hacer cumplir la decisión tomada.
- (iv) La biotecnología es complemento y fundamento de las diversas formas de agricultura.

Figura 4.1.
Fundamentos de la posición oficial del IICA en biotecnología.



4.2. Avances y situación actual de la biotecnología

En el sector agrícola de los países de ALC, las diversas técnicas biotecnológicas son empleadas de manera heterogénea. Con base en visitas técnicas realizadas a diferentes países, se puede decir que en ALC hay técnicas biotecnológicas que son utilizadas de manera generalizada en los laboratorios, como el cultivo *in vitro* y los marcadores moleculares. En contraste, también existen técnicas de laboratorio, como la genómica y la bioinformática, que tienen un desarrollo incipiente en la mayoría de los países, aunque con notables excepciones en algunos pocos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay). Algunos países de ALC siembran cultivos GM, aunque son muy pocos los que están generando sus propios eventos transgénicos con fines de comercialización (Argentina y Brasil). Por otra parte, las técnicas del control biológico, la fermentación y el compostaje son muy utilizadas para la generación de bioinsumos, particularmente por los pequeños agricultores. Así las cosas, el grado de desarrollo de la biotecnología en los países de ALC es variable, aunque es utilizada por los distintos tipos de productores. A continuación se presenta una breve revisión de la situación actual de la biotecnología en ALC.

A continuación (Cuadro 4.1) se presenta una breve revisión de la situación actual de la biotecnología en ALC.



Cuadro 4.1 Resumen de las técnicas biotecnológicas más empleadas en ALC.

Técnica biotecnológica	Países /Regiones de ALC
Cultivo <i>in vitro</i> de células y tejidos vegetales	Todos (a excepción de algunos países del Caribe)
Marcadores moleculares	Casi todos
Genómica y Bioinformática	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú
“Ómicas”	Brasil, Argentina, México
Transgénesis	Generan: Argentina, Brasil
Siembran: Cono Sur, Colombia, Costa Rica, Honduras y México	Manual y rutinario
Fermentación y Compostaje	Todos

Fuente: Rocha (datos sin publicar)

En casi todos los países se utilizan las técnicas de cultivo *in vitro* de células y tejidos. En ellos existen numerosos laboratorios de investigación y de producción en las universidades, en los institutos nacionales de investigación agropecuaria (INIA) y en el sector privado, lo que ha permitido utilizar ese tipo de tecnología en casi todas las especies agroalimentarias que se consumen en ALC. Adicionalmente, mediante dichas técnicas se está promoviendo la conservación de los recursos fitogenéticos, requisito fundamental para el mejoramiento de los cultivos. La región Caribe tiene particular interés en consolidar la aplicación de este tipo de biotecnología.

Otra de las técnicas que actualmente se emplea de manera rutinaria en numerosas instituciones de varios países de la región es la de los marcadores moleculares, que se utiliza para caracterizar el germoplasma, lo que les permite a los investigadores de los programas de fitomejoramiento acelerar el proceso de selección de materiales. En la mayoría de los países de ALC existen laboratorios de marcadores moleculares, en los que principalmente se realizan investigaciones, aunque algunos pocos ofrecen la caracterización molecular como servicio técnico al sector privado. Si bien es importante tener una infraestructura física apropiada, lo es más contar con las herramientas adecuadas para el análisis de la información obtenida, en lo cual las instituciones de la región han venido adquiriendo experiencia. Cabe mencionar el uso que los pequeños y medianos productores de frijol de los países de

Centroamérica les están dando a los resultados de marcadores moleculares (Red SICTA 2011).

Existen otras técnicas biotecnológicas, como la genómica, la bioinformática y las demás “ómicas”. Aunque son herramientas poderosas, hasta el momento tienen un desarrollo incipiente en la mayoría de países de ALC, a excepción de Brasil, Argentina, Chile, México y Colombia, principalmente. La genómica ha fomentado la formación de consorcios de investigación, por ejemplo en el marco del proyecto *Lotusa (LOTus Adaptation and Sustainability in South America)*, que se implementa en el Cono Sur, y del Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos (GeBiX).

El desarrollo de las otras “ómicas” (proteómica y metabolómica, entre otras) es muy reducido, posiblemente como resultado de los altos costos que conlleva implementar proyectos en dichos campos. La bioinformática, que para algunos no es considerada en sentido estricto una técnica biotecnológica, se constituye cada vez más en una de las herramientas de mayor poder cuya aplicación implica inversiones mínimas. En varios países de ALC (Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Venezuela, entre otros) se está fortaleciendo la formación del recurso humano en esta área. Todas esas tecnologías, cuya aplicación es de gran valor para resolver los problemas del sector agropecuario, también desempeñarán un papel clave en el conocimiento y uso de la biodiversidad, lo que es fundamental para los países biodiversos del hemisferio.

Dentro de las tecnologías de alto impacto, se encuentra la transgénesis, que ha posibilitado la generación de cultivos GM de soja, maíz, canola y algodón, entre otros, tolerantes a herbicidas y/o resistentes a plagas (particularmente, lepidópteros). Esta importante tecnología de modificación genética está siendo empleada con fines comerciales en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Honduras, México, Paraguay y Uruguay. En 2011 se reportaron 160 millones de hectáreas sembradas con cultivos GM en 29 países (aproximadamente 60 millones en ALC), como resultado de la adopción de la transgénesis por parte de pequeños, medianos y grandes agricultores. Brasil ha sido el primer país de ALC que ha generado y liberado sus propios cultivos GM, entre ellos el fríjol GM. En el sector pecuario también se ha utilizado esta



tecnología, siendo notables los avances logrados en Argentina con la vaca Jersey GM, que expresa proteínas de leche humana. Desde el punto de vista experimental —no comercial—, desde hace algún tiempo se han reportado estudios con piña GM en Costa Rica y con caña de azúcar en Colombia.

4.3. Bioseguridad

Junto con el desarrollo de los cultivos GM ha adquirido relevancia la bioseguridad, entendida como aquellas acciones que buscan prevenir el daño a la integridad biológica de individuos o ecosistemas. Los lineamientos para la implementación de los marcos regulatorios en bioseguridad se presentan en el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, el cual ha sido firmado por todos los países de ALC, aunque algunos aún no lo han ratificado. Para el IICA, los marcos regulatorios de bioseguridad constituyen una expresión de la soberanía de los países.

Algunas acciones importantes que se han realizado en ALC en el área de la bioseguridad incluyen la conformación de sistemas de información (conocidos como mecanismos de facilitación o BCH, por *Biosafety Clearing House*); las investigaciones en diversos cultivos, tanto transgénicos como convencionales, desarrolladas en Brasil, Colombia, Costa Rica y Perú en el marco del proyecto LAC-Biosafety; y el fomento de la integración de esfuerzos en el tema en las diversas regiones de ALC, que ha resultado en el establecimiento de la Iniciativa Norteamericana de Biotecnología (NABI), en que participan Canadá, Estados Unidos y México, y del Grupo 5 del Consejo Agropecuario del Sur (G5-CAS), integrado por Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

4.4. ¿Cuánto cuesta y cuánto tarda el proceso de generar un cultivo GM?

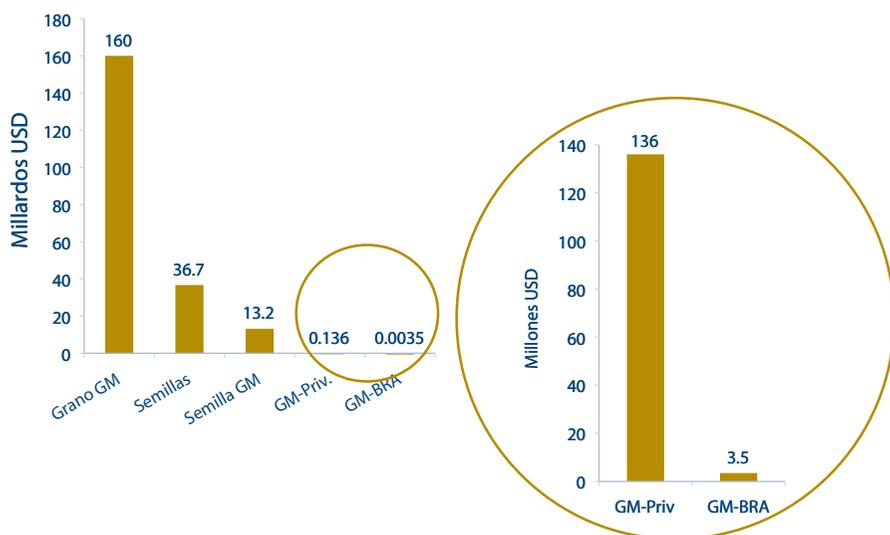
Para las grandes compañías privadas, generar un evento transgénico cuesta alrededor de USD136 millones y, desde su creación hasta su liberación comercial, en varios países se tarda en promedio 13 años (McDougall 2011). Sin embargo, en 2011 la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) generó el frijol GM 5.1, resistente al virus del



mosaico dorado, con un costo de USD3,5 millones y en un período de alrededor de 10 años, desde su creación hasta su liberación. Así las cosas, la tecnología transgénica puede ser desarrollada por instituciones nacionales a costos razonables para solucionar problemas de interés particular.

Figura 4.2.

Valor en el mercado de grano y semilla GM y comparación entre el costo de generar un evento transgénico en la empresa privada y el costo en el caso de la Embrapa.



La biotecnología y la bioseguridad constituyen áreas estratégicas para el desarrollo de los países de ALC. Es necesario, por tanto, reforzar la formación de recursos humanos, impulsar el aumento de la inversión en investigación y mejorar la articulación con los mercados.



4.5. Referencias

- CAS (Consejo Agropecuario del Sur, CL), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CL), REDPA (Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias, CL). 2010. Marcos regulatorios de bioseguridad y situación de las aprobaciones comerciales de organismos genéticamente modificados en los países del Consejo Agropecuario del Sur. 2 ed. Santiago, CL, CAS, IICA. 84 p.
- James, C. 2011. Executive summary: Global status of commercialized biotech/GM crops: 2011. Manila, PH, ISAAA. ISAAA Brief 43-2011.
- McDougall, P. 2010. The cost of new agrochemical product discovery, development & registration and research & development predictions for the future. A consultancy study for Crop Life America and the European Crop Protection Association. Midlothian, UK. 22 p.
- _____. 2011. The cost and times involved in the discovery, development and authorisation of a new plant biotechnology derived trait. A consultancy study for Crop Life International. Midlothian, UK. 24 p.
- Ministerio del Ambiente, Market S.A. 2008. Estudio de percepción pública sobre organismos genéticamente modificados. Quito, EC. 48 p.
- Red SICTA. 2011. Nicaragua: Catálogo de frijoles criollos rojo seda de las Segovias: caracterización molecular y morfo agronómica. Managua, NI, IICA, Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central. 108 p.
- Rocha, PJ. 2011. Agro-bio-tecno-logías: herramientas bio-lógicas al servicio de la agricultura. *ComunIICA* 8 (enero-julio): 23-31.



5. Los INIA en ALC: desafíos para la innovación agraria¹¹

*Eduardo J. Trigo, Carlos Pomareda
y Federico Villarreal.*

Ante la evidente necesidad de reposicionar la investigación agropecuaria y en particular el papel de las instituciones públicas de investigación agropecuaria, usualmente referidas como institutos nacionales de investigación agropecuaria (INIA), este documento apunta a analizar su situación actual buscando, específicamente, identificar las necesidades de cambio, a fin de que estos organismos puedan responder cada vez mejor a las exigencias de la agricultura y, en particular, desempeñar un papel cada vez más relevante en los sistemas de innovación agrícola.

En este sentido, es necesario resaltar que, aunque con muchos rasgos en común, los INIA son entidades muy diversas en cuanto a escala, funciones y capacidades, y ello ha implicado que en este trabajo se aborden aspectos que son de relevancia generalizada y se evite hacer referencia a casos especiales. Si bien este enfoque se mantiene en la etapa de análisis, las conclusiones y las recomendaciones tienden a ser

11 Resumen ejecutivo de: Trigo, E; Pomareda, C; Villarreal, F. 2012. Los INIA en ALC: desafíos para la innovación agraria. San José, CR, IICA. Este estudio fue preparado por los autores para el Programa de Innovación para la Productividad y la Competitividad del IICA.

más explícitas en relación con algunos aspectos que singularizan algunos grupos de países. El análisis es crítico y hecho con la energía que demanda un tema de la máxima relevancia para la Región y que exige respuestas de política que van más allá de las que pueden tomar las autoridades de los INIA de cada país, y por ello se apunta a aportar argumentos para la orientación de dichas políticas. Finalmente, el trabajo tiene un enfoque prospectivo y, en tal sentido, considerando las expectativas sobre los desafíos para la agricultura de América Latina y el Caribe (ALC), se insiste en la necesidad de que los INIA deben aprovechar la oportunidad para hacer propuestas sustantivas que lleven a un esfuerzo colectivo, en particular en el marco del Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO).

A continuación se presentan las conclusiones a las que se arribó mediante el análisis en que se sustenta el documento. Ellas resultan de un análisis inicial del reposicionamiento de la agricultura en el contexto de los desafíos del desarrollo, en el que se presenta un marco general de análisis, se contextualizan las tendencias en la agricultura y la alimentación y se alerta sobre las exigencias de la innovación en el agro para cumplir las expectativas que se tienen sobre el sector.

El análisis continúa con una síntesis de la evolución de los INIA, desde sus inicios en la década de 1960, cuando su eje principal era la investigación agrícola y constituían un componente central de la institucionalidad sectorial, su posterior involucramiento en la década de 1980 en el campo de la extensión agropecuaria (con vaivenes entre hacerlo o tratar de que lo hicieran otros actores) y finalmente la exigencia que recae sobre ellos a partir de los primeros años de este siglo, para que pasen a asumir una suerte de papel de liderazgo en cuanto a los emergentes sistemas de innovación en la agricultura. Una rápida mirada a este proceso pone de manifiesto el hecho de que, con pocas excepciones, los INIA han estado expuestos a frecuentes cambios en su organización y en sus funciones, derivados en la mayor parte de cómo fueron cambiando las visiones y las perspectivas en cuanto a las políticas de desarrollo agropecuario y rural y su papel en el aseguramiento de la seguridad alimentaria y el combate contra la pobreza.

De los resultados de una encuesta realizada a todos los INIA de la Región surge la gran diversidad de situaciones que existen, y se ponen al descubierto algunas debilidades estratégicas, particularmente en materia de recursos humanos y financiamiento. Asimismo, del análisis de los vínculos y el grado de aprovechamiento que los INIA hacen de su participación en los sistemas nacionales de investigación e innovación agraria, incluidos otros centros de investigación, universidades y organizaciones del sector privado, y de sus relaciones con los programas cooperativos de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria (PROCI) y con los centros internacionales de investigación del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), resulta clara la necesidad de un esfuerzo más integrador y de mecanismos que permitan generar más valor agregado de la acción colectiva. Todos estos aspectos abren un importante signo de interrogación con respecto a la viabilidad de que muchas de estas instituciones puedan desempeñar efectivamente el liderazgo que se pretende que tengan en cuanto a los sistemas de innovación agraria, y queda abierta la discusión sobre el tema de que, si se pretende trabajar con una perspectiva de sistemas de innovación, también será necesario avanzar en el desarrollo de infraestructuras institucionales más abarcadoras que las que hoy existen.

Las **conclusiones** se abordan a partir de tres ámbitos: las transformaciones en la agricultura, la situación de los INIA y la relación de los INIA con los sistemas de innovación.

5.1. Transformaciones en la agricultura

Hay cambios sustantivos en la estructura productiva de la agricultura que reflejan las ventajas competitivas de los países, así como su estrategia de orientación hacia mercados particulares. Con respecto a los granos básicos (cereales, oleaginosas y leguminosas), deben reconocerse las marcadas diferencias entre los avances positivos en países del Cono Sur en contraste con los de Centroamérica, aunque los productos en la categoría de granos son diferentes en ambos grupos de países. A nivel agregado, tanto la productividad total de los factores, como los índices de competitividad, muestran un crecimiento continuo.



La paradoja es que estos cambios positivos han ocurrido al mismo tiempo en que los sistemas de investigación pública agropecuaria entraron en un proceso de decaimiento. Apparentemente ha sido la fuerza de las oportunidades de mercado y la entrada de actores privados a la oferta de insumos y servicios tecnológicos lo que ha favorecido el proceso de cambio. Hace falta trazar la relación, si existiera, entre los resultados de las investigaciones de los INIA y los eslabones siguientes en la cadena de innovación. Sin embargo, como no hay evidencia de la sostenibilidad de las innovaciones introducidas, surgen preguntas sobre cuánto más se debe investigar y, especialmente, cuánto deben invertir el Estado y otros actores institucionales, incluidas las organizaciones de productores que representan a los productores de alimentos básicos —granos en particular—, para lograr la renovación tecnológica a la luz de las nuevas exigencias. En particular se deberán considerar las innovaciones relacionadas con mejorar la calidad nutricional, reducir la vulnerabilidad climática y lograr impactos positivos en el medio ambiente.

5.2. Situación de los INIA

Los INIA de ALC son entidades muy diversas, que han transitado por procesos de cambio multidireccional en cuanto a diseño y funciones; a ello se suman diferencias de escala y celeridad en su crecimiento y en sus capacidades, resultantes estas últimas del respaldo político que han tenido y de la capacidad de gestión.

Reconociendo las excepciones de cuatro o cinco INIA, los demás, en mayor o menor grado, adolecen de vulnerabilidad política, lo que les crea inestabilidad en cuanto a funciones, ausencia de programas para el desarrollo de sus recursos humanos, inestabilidad en los presupuestos y fragilidad en la gestión de la investigación.

La autonomía institucional que les otorga el medio legal por el que se rigen es, en muchos casos, un arma de doble filo. Por un lado, les da autonomía legal, en la medida en que pueden tomar algunas decisiones y orientaciones para su estrategia de trabajo. Por otro lado, esa autonomía es pocas veces respetada, o peor aún, los lleva al aislamiento y a tener poca

incidencia en las políticas para el desarrollo de la agricultura, incluidas, desde luego, las políticas para la innovación.

La usualmente corta estadía de los ministros de Agricultura en su cargo los lleva a ejercer presión para tener presencia en el campo y, por ello, se pone más atención en proyectos que *lleguen a los agricultores*. Una visión de corto plazo, sin embargo, no permite apoyar de manera contundente la investigación, la cual generalmente ofrece retornos a mediano plazo. El énfasis que se pone en los programas de apoyo a los productores, especialmente a través de subsidios, da como resultado que estos últimos no incluyen acciones inductoras de procesos duraderos de innovación, como por ejemplo la producción de semillas.

Los modelos institucionales se diferencian básicamente en dos grandes categorías: los que tienen en sus funciones y organización la responsabilidad de la transferencia de tecnología y los que en forma variada se vinculan a otros actores o impulsan políticas para tal fin, con variado éxito al respecto. En general, aún no se han logrado los niveles necesarios de articulación entre investigación y extensión que permitan una adecuada transferencia de tecnología.

Casi todos los INIA reportan tener sistemas de seguimiento, control y evaluación; sin embargo, resta por conocerse la calidad y la efectividad de estos sistemas. Al respecto, lo importante no solo es tenerlos, sino que sean extensivamente utilizados en la gestión institucional.

En términos generales, la investigación pública sigue teniendo mayoritariamente una agenda orientada por productos (rubros productivos) y focalizada en el aumento de los rendimientos por hectárea, derivada de la *Revolución verde*, con muy poco espacio para los temas vinculados a los demás eslabones de la cadena de valor, al manejo de los recursos naturales y a la forma de enfrentar los desafíos emergentes en cuanto al cambio climático y la sostenibilidad de las tecnologías y sus consecuencias sobre la seguridad alimentaria y la *performance* productiva del sector en general.

Todos los INIA destacan la biotecnología como una de las áreas de mayor interés; sin embargo, este interés no está respaldado en todos los casos por programas de investigación de



cuantía de recursos y calidad de resultados, con algunas excepciones. Sin perjuicio de algunos avances en el uso de tecnologías identificadas con los principios de la conservación, hay poca valoración de los efectos negativos sobre la biodiversidad, la calidad de los suelos y los acuíferos y los impactos negativos en el ambiente en general.

En la ganadería, las agendas de investigación muestran más diferencias entre países, según la vocación de cada uno. En la mayor parte de los INIA, las investigaciones en la actividad pecuaria son reducidas, tema que llama la atención, dada la importancia de las especies pecuarias entre los productores de menor escala. También persiste una ausencia de investigaciones que conlleven a innovaciones para reducir los sistemas extensivos que contribuyen a la degradación de los suelos o que favorecen las emisiones de metano. En los últimos años, sin embargo, ha crecido el aporte de tecnologías de sistemas silvopastoriles, cuyo uso está en proceso de lenta extensión, como se reporta en algunos países.

En varios casos, la agenda de investigación genera productos interesantes y con potencial para los pequeños productores; sin embargo, dada la dispersión de las preferencias de dichos actores, en pocos casos se pasa de los resultados de la investigación a bienes y servicios de uso directo. Estos aportes son, en la mayor parte de los casos, de bajo impacto potencial desde el punto de vista de la clientela más amplia y los sectores más dinámicos de la agricultura. Nuevamente, también en este caso, hay algunas experiencias de trabajo de los INIA con organizaciones de productores, que han dado lugar a procesos de cambio más extendidos en rubros más rentables y con ganancias sustantivas en competitividad.

Un aspecto crítico en varios de los INIA es la disponibilidad de personal calificado que pueda trabajar de forma continua y con metas concretas, necesarias en la investigación para articular la relación entre los actores y el sistema de investigación-innovación. La inestabilidad laboral de los profesionales, los bajos salarios y los esfuerzos limitados para la formación profesional de carrera trabajan en contra de los objetivos de excelencia profesional necesaria en los INIA. Si bien la información mostrada revela la situación promedio de los salarios, la condición es muy seria en varios casos. Resolver la situa-

ción de los recursos humanos no es tarea trivial ni de corto plazo. Es necesario poner en práctica una estrategia de atracción de profesionales calificados y un plan de mejora gradual, pero acelerada, de los recursos actuales, ambos aspectos vinculados a los incentivos salariales y de otro tipo.

Los procesos burocráticos, la vulnerabilidad política, la limitación de recursos, la obsolescencia de equipos, la ausencia de políticas de personal y de políticas asociadas con estructuras salariales y de estabilidad laboral son señalados, en muchos casos, como los factores que limitan el desempeño de los INIA y que atentan contra la posibilidad de hacerlos cada vez mejores.

5.3. Relación de los INIA con los sistemas de innovación

El modelo institucional prevaleciente en varias de las instituciones nacionales de investigación las muestra como relativamente autosuficientes y aisladas del resto del sistema de ciencia, tecnología e innovación. Este modelo, sin embargo, ya no permite que los INIA sean un actor relevante en el sistema y que puedan impulsar un proceso de innovación efectivo e incluyente. Hay desconocimiento (y a veces resistencia) de parte de los INIA para estimular la participación de los otros actores en los sistemas de innovación, tanto de los vinculados con la ciencia y la formación de recursos humanos (centros especializados y universidades), como aquellos del sector privado vinculado a la investigación e innovación (industria de insumos, logística y procesamiento de alimentos, etc.) y de otros sectores (TIC, metalmecánica, salud, etc.).

Lo anterior ha conducido a sistemas poco articulados y, por lo tanto, no apropiados para acelerar los procesos de innovación. Hay, por supuesto, excepciones y, en algunos casos, el uso de instrumentos como los fondos concursables ha facilitado las alianzas entre actores para la generación y aprovechamiento de innovaciones tecnológicas, pero estos mecanismos aún no están consolidados. Al respecto, casi todos los INIA reportan, por ejemplo, relaciones positivas con las empresas semilleras, pero no se ha recabado información sobre la magnitud de estas relaciones como aspecto esencial en la cadena de innovación.



Tan serias como las imitaciones para conducir investigación de mayor impacto son las limitaciones de recursos humanos para asumir la responsabilidad de los INIA como gestores de procesos de investigación-innovación. Del estudio realizado difícilmente se pueden hacer inferencias sobre las capacidades de los INIA para esta función, pero de entrevistas realizadas con algunos directivos se percibe que su preocupación, en este aspecto, es que el INIA debe ser más proactivo para vincularse a los demás actores del sistema.

Una cuestión de particular relevancia es la ausencia de comunicación y cooperación entre las entidades nacionales de investigación agropecuaria y las universidades que realizan investigaciones y forman recursos humanos en este campo. Dichas entidades constituyen un componente central del sistema de investigación-innovación, tanto para la formación de recursos humanos como para el desarrollo de la investigación estratégica. La defensa de territorios y, en algunos casos, la competencia por recursos han sido factores que han limitado una relación más estrecha y productiva.

Casi todos los INIA señalan tener buenas relaciones con las organizaciones de productores. Sin embargo, todavía hay una falta de articulación para desarrollar proyectos conjuntos, la que dificulta la focalización en cuestiones con potencial de impacto y restringe aún más la efectividad de los ya de por sí escasos recursos que se invierten en I+D. En los casos en que se ha dado esta relación, especialmente con organizaciones capaces y comprometidas, las alianzas han sido fructíferas. Efectivamente, hay algunos casos específicos en que organizaciones gremiales de cadena por rubros, en alianza con los INIA, han logrado avances importantes en la investigación y apoyo a la innovación. Ese tipo de relación colaborativa ha permitido suplir las limitantes de las entidades públicas, o bien, complementar esfuerzos a través de alianzas público-privadas, financiadas por medio de autográvámenes. Sin embargo, independientemente de su importancia puntual y localizada en unos pocos países, no puede decirse que esa relación constituya una alternativa cuantitativamente importante a nivel regional.

La cooperación internacional, un recurso que crece en importancia, no parece ser un elemento sustantivo en la estrategia



de los INIA. Esto posiblemente sea un reflejo de los factores mencionados, que han debilitado a las instituciones nacionales. Si bien hay sistemas de colaboración para la investigación internacional, como los PROCI y los programas que ejecutan los centros internacionales del sistema CGIAR, entre otros, no se perciben suficientes esfuerzos de las partes para aprovechar los beneficios de estos sistemas.

En el nuevo escenario, los INIA continuarán teniendo fundamental importancia, pero de manera creciente deberán funcionar dentro de un marco institucional que tiene que tomar en consideración los cambios que han ocurrido, no solo en cuanto a la ubicación de las capacidades, sino en cuanto al tipo de tecnología que se requiere y a la naturaleza de las responsabilidades de las entidades públicas, las organizaciones del sector privado y la empresa privada. Los INIA continuarán siendo, sin duda, un actor principal en el proceso de generación y transferencia de tecnología, pero no el único. Los demás actores en los sistemas nacional e internacional pueden añadir valor en forma notable. En este contexto, se vuelve imprescindible estructurar una estrategia en cada país que esclarezca los roles y las prioridades del sector público, no solo en materia de provisión de “bienes públicos” —que siempre han justificado la inversión del Estado en estas actividades—, sino también en relación con los otros aspectos emergentes de los nuevos escenarios a los que se ha aludido en este estudio.

5.4. Implicaciones para las políticas de apoyo a la innovación

Los INIA han sido poco influyentes en cuanto a políticas de innovación en agricultura, tanto para apoyar la investigación como tal, como para fomentar el desarrollo de los sistemas de innovación. La repercusión económica de las políticas actuales y la orientación institucional para la investigación agropecuaria y el fomento de la innovación tecnológica se puede abordar por lo menos desde tres aspectos, que es necesario superar.

El primero apunta a la responsabilidad ineludible del Estado de invertir en investigación para generar bienes públicos de utilidad para el desarrollo de la agricultura. Con esto, se alude al apoyo económico para llevar a cabo investigación agrope-



cuaria e investigaciones que se desarrollan en otros ámbitos. Esta es una necesidad, para la agricultura y la agroindustria, que debe reconocerse de forma explícita.

El segundo aspecto, de orden económico, se refiere a la valoración del costo que significa para el Estado la mencionada inversión y la efectividad de tal gasto. Si bien los recursos que se aportan para la investigación generadora de bienes públicos han aumentado, se reconoce que son claramente insuficientes y que deben aumentarse aún más, pero este no es el meollo del problema. La poca evidencia disponible indica que la efectividad de este gasto es bastante reducida. Lo mismo ocurre con la inversión que se destina a apoyar los sistemas de extensión pública agropecuaria que, en muchos casos, no están suficientemente articulados a la investigación.

El tercer aspecto, de orden económico-social, está vinculado al impacto que la política estatal que orienta la investigación-innovación tiene en los ingresos de los productores y en la producción de alimentos básicos. Los resultados son muy variados y, en general, positivos en lo que a granos básicos se refiere. Aun cuando estos rubros representan una parte menor del ingreso de gran parte de los pequeños productores, son importantes para su alimentación básica. Es importante, sin embargo, que la política adquiera una visión más amplia para lograr innovaciones que permitan una mayor productividad en rubros más rentables, que generen más valor agregado y que, en última instancia, mejoren los ingresos y proporcionen empleos de calidad.

5.5. Recomendaciones para la aplicación de políticas que permitan mejorar el rol que desempeñan los INIA

La recomendación general que surge de este estudio es que es necesario un cambio conceptual y operativo sustantivo en el marco de las políticas para los INIA, a fin de que se conviertan en actores cada vez más relevantes en la generación de investigaciones de más calidad y utilidad para la agricultura, a tono con los nuevos desafíos. También se recomienda fomentar la innovación tecnológica en forma acelerada con mecanismos más innovadores, el desarrollo de empresas de semillas para

rubros promisorios en ámbitos locales y el desplazamiento hacia tecnologías para rubros más rentables, pero también más tolerantes a la inestabilidad climática.

El cambio principal que habría que introducir debe ir en la dirección de reconocer la naturaleza del nuevo contexto en que se desenvuelven la ciencia, la tecnología y la innovación, y dejar de pensar que el Estado, y particularmente los INIA, son el único medio de acción directa para el cambio tecnológico. Se necesitan orientaciones e instrumentos dirigidos a facilitar la sinergia entre los diversos actores en los sistemas de innovación. Al respecto se recomienda considerar los siguientes cambios:

- Avanzar en la instalación de marcos institucionales y organizativos que reconozcan la diversidad de actores que hoy participan de los procesos de ciencia, tecnología e innovación y promuevan la integración de su accionar, particularmente a través de acciones específicas y proactivas dirigidas a integrar mejor a las instituciones de investigación agropecuaria al sistema de ciencia y tecnología, por un lado, y con los actores del mercado, por el otro.
- Diseñar e implementar instrumentos que permitan y fomenten el trabajo en consorcios interinstitucionales, de carácter nacional e internacional, así como la efectiva incorporación del sector privado al esfuerzo de desarrollo tecnológico.
- Avanzar en la definición de políticas específicas sobre biodiversidad, biotecnología y bioseguridad y desarrollar los mecanismos que permitan su aprovechamiento por parte de todos los productores y empresas agroindustriales. Esto deberá incluir la actualización de los marcos regulatorios y de apoyo a la innovación en áreas tales como la propiedad intelectual, semillas, bioseguridad y sanidad animal y vegetal, sistemas de normas y medidas, y sistemas de calidad, entre otros.
- Fortalecer las capacidades de los INIA, especialmente en cuanto a recursos humanos, para que puedan cumplir efectivamente su papel de proveedores de bienes públicos y establecer una relación efectiva con los diversos actores en los sistemas de innovación, y así, en siner-



gia, hacer frente a los desafíos de la sostenibilidad y el cambio climático.

- La instrumentación de estas medidas requiere necesariamente un reconocimiento de que es indispensable la cooperación entre varias entidades del Estado y las organizaciones de productores, las universidades y las empresas proveedoras de insumos y servicios.

Aun cuando la política de innovación en el agro suele ser la tipificada como la política más sectorial agropecuaria, en su definición e instrumentación la entidad considerada rectora (el INIA o equivalente) no es autónoma. Su política debe concertarse con la política tecnológica (usualmente a cargo de un consejo nacional de investigación, ciencia y tecnología o entidad afín), con la entidad responsable de la política industrial y con la que rige el comercio internacional de insumos y semillas, etcétera. Tal consideración es de suma importancia pues la política de investigación agropecuaria y la innovación en el sector son solo parte de un sistema mayor.

Otro aspecto indispensable en el que hay que mejorar es en la relación entre los centros de investigación (el INIA) y los sistemas de extensión. Una forma de mejorar la efectividad en este campo es redefinir el papel de la extensión desde el sector público, para dejar de verla como un mecanismo unidimensional (asistencia técnica) y unidireccional (servicio al pequeño productor) y más bien como un mecanismo facilitador de la relación entre oferentes y demandantes de servicios.

Con respecto a las relaciones con el sector privado, cada vez será más importante la alianza con las organizaciones de este sector (gremios, asociaciones, cámaras) que generan bienes públicos sub-sectoriales y con aquellas que producen y comercializan los bienes y los servicios necesarios para la innovación (semillas, embriones, etc.).

6. Sembrar innovación para cosechar prosperidad: la innovación como solución a los retos de la agricultura

IICA, documento presentado en la Trigésima Primera Reunión Ordinaria del Comité Ejecutivo, julio de 2011

6.1. Introducción

El Plan Estratégico 2010-2020 instruye al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) a “promover la inducción de procesos de innovación en la agricultura para que esta sea más competitiva y sustentable, así como para lograr la extensión de los beneficios a un mayor número de personas”, para lo cual se requiere un marco de políticas articuladas y su aplicación por medio de los instrumentos que estimulen la innovación y brinden apoyo a la producción, a la atracción de la inversión, a la reducción de la incertidumbre y al desarrollo de nuevos modelos de negocios en la agricultura.

Dado lo anterior, en su Plan de Mediano Plazo 2010-2014, el IICA recoge el desafío de la innovación en la definición de su misión institucional¹² y se propone apoyar a sus Estados Miembros en sus esfuerzos por incrementar y extender la innovación en la agricultura para mejorar la productividad,

12 Misión: “El IICA es la institución del Sistema Interamericano que provee cooperación técnica, innovación y conocimiento especializado para el desarrollo competitivo y sustentable de la agricultura de las Américas y el mejoramiento de la vida de los habitantes del campo en los países miembros”. (IICA. 2010. Plan de Mediano Plazo 2010-2014. San José, CR).

la competitividad y el comercio y, de esa manera, apoyar la seguridad alimentaria y el desarrollo de la sociedad rural de sus países miembros.

El objetivo de este documento es presentar los elementos que fundamentan la importancia y los alcances del tema de la innovación en el desarrollo de la agricultura del Hemisferio, el mandato que ha recibido el IICA en este ámbito y delinear cómo y en qué participa y participará para apoyar la innovación en la agricultura y los territorios rurales de los Estados Miembros.

6.2. La innovación en la agricultura como instrumento insustituible del cambio necesario

Vivimos en la Era de la Innovación. En términos amplios, la innovación está asociada a los conceptos de cambiar, explorar, inventar, reinventar, crear, arriesgar y gestionar oportunidades. Específicamente, es un proceso a través del cual se utiliza con éxito, comercial o social, un nuevo conocimiento o idea. La innovación es un proceso transformador, que amplía la frontera de posibilidades de un país, sector productivo o empresa. Las innovaciones son la fuerza que impulsa el crecimiento de los países en forma continua y una de las estrategias fundamentales de las empresas, sociedades y regiones para construir ventajas competitivas.

Innovación significa cambiar, explorar, generar valor, reinventar. A nivel mundial la transformación de la agricultura es cada vez más evidente. Las revoluciones tecnológicas duras y blandas están cambiando la forma de “hacer” agricultura, de promover la modernización sectorial y de medir el desempeño agropecuario.

Desde una perspectiva de las empresas, existen varios ámbitos potenciales para la innovación (productos, procesos, estrategias comerciales y diseño organizacional) y dos fuentes privilegiadas de ella: los desarrollos tecnológicos y los mercados. Las innovaciones pueden ser tecnológicas, institucionales u organizacionales y de negocios.

Los nuevos gustos y exigencias de los consumidores, la segmentación de las demandas de los distintos grupos de la sociedad y el surgimiento a nivel mundial de nuevos sectores con mayor poder adquisitivo son un impulso permanente de la innovación. También lo son las nuevas formas de hacer las cosas que ofrecen los avances tecnológicos impulsados por las revoluciones de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), la biotecnología y la nanotecnología, que son favorecidas y estimuladas por la globalización. Un aspecto cada vez más importante de las tecnologías como fuente de innovaciones agroalimentarias es el representado por las crecientes y múltiples convergencias entre las tecnologías “info”, “bio”, “nano”, la geomática y otras ciencias emergentes.

Existe innovación como proceso transformador de ideas creativas en aplicaciones que generan valor, cuando:

- Hay apropiación social.
- El conocimiento es llevado al mercado.
- Los nuevos desarrollos o cambios se traducen en pensamientos o conceptos, paradigmas, productos o servicios, procesos, organizaciones y técnicas o formas de hacer algo de manera distinta, con el objetivo de crear cambios que responden a necesidades o metas de las personas y de la sociedad.

La innovación en la agricultura se desarrolla en mejores términos y expresa sus mayores potenciales de transformación a través de los sistemas nacionales de innovación agroalimentarios. También es posible hablar de sistemas regionales y hemisféricos de innovación, los cuales se ocupan de la globalización e integración tecnológica. En términos simples, tales sistemas de innovación pueden definirse como el conjunto de actores, interacciones y políticas en los que se generan, desarrollan y retroalimentan los procesos de innovación. Esta conceptualización considera uno de los rasgos más característicos de la innovación: su naturaleza interactiva.

Una fuente relevante de la innovación en la agricultura está constituida por la investigación técnico-científica. Al respecto es importante destacar que la investigación y la innovación son conceptos y procesos de distinta naturaleza y diferentes



propósitos. El propósito de la investigación es producir nuevos conocimientos y en cuanto tal constituye una parte de la innovación. La innovación, en cambio, es un proceso más amplio cuyo propósito es utilizar ese conocimiento y su apropiación social, de mercado u otro tipo. Actores importantes de los sistemas nacionales de innovación agroalimentaria son aquellos que generan investigación, entre ellos los institutos nacionales de investigación agropecuaria (INIA), las universidades, los centros de investigación y las propias empresas. El desarrollo de los sistemas nacionales de innovación agroalimentaria es el marco en el cual debiera darse el reposicionamiento de la investigación agrícola, la modernización de los INIA y la convergencia e interacción de los distintos actores.

Hay que tener presente que, por varias décadas, el sector público de los países desarrolló una infraestructura significativa para generar conocimiento a través de los INIA, con inversiones relevantes durante los años sesenta, setenta y ochenta y de ese esfuerzo se tienen buenos ejemplos, como el de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina. Complementariamente, en ese tiempo el sector privado fue desarrollando su propia infraestructura de conocimiento, especialmente las grandes agroempresas, y realizando importantes innovaciones para su modernización a través de la agricultura protegida, orgánica, hidropónica y sus combinaciones, riego por goteo, siembra directa, agricultura de precisión y otras modalidades.

Sin embargo, desde finales de los años ochenta se ha producido un progresivo estancamiento del esfuerzo público en investigación agrícola, se han reducido los presupuestos y se ha minimizado la “extensión” como función pública sectorial, al tiempo que la empresa privada ha venido asumiendo un papel más preponderante en el desarrollo de la investigación, realizando innovaciones, patentándolas y comercializándolas exitosamente (por ejemplo en la industria de semillas, la biotecnología, la maquinaria agrícola y el control de plagas y enfermedades). Desafortunadamente, este beneficio para la agricultura está fuertemente concentrado en pocos países y en los cultivos comerciales más rentables.

Dado el componente de riesgo que implica innovar, así como la necesidad de otorgar protección a la propiedad intelectual de los productos y procesos generados por la innovación, la política pública tiene un rol insustituible para desencadenar y/o fortalecer los procesos de innovación. La evidencia mundial muestra que los mercados de innovaciones presentan importantes imperfecciones o fallas de mercado. En términos amplios, la política pública tiene tres grandes roles que desempeñar en este tema: a) disminuir o eliminar las barreras de entrada (por ejemplo, las representadas por los altos riesgos); b) otorgar los marcos regulatorios de protección de la propiedad intelectual; y c) promover, en conjunto con el sector privado, el desarrollo de una cultura de la innovación y del emprendimiento.

Tal como las sociedades han ido cambiando significativamente, las economías también lo están haciendo. Todo indica que estamos en los inicios de una transición desde una economía basada en materias primas fósiles a otra basada en biomasa. Así empieza a emerger, aunque tímidamente todavía, la bioeconomía moderna. En términos amplios, la bioeconomía es la economía del tiempo de la sociedad del conocimiento y del cambio climático. Más específicamente, es la incorporación intensiva de conocimientos a los recursos naturales renovables para producir biomasa a partir de la cual se generen bienes y servicios que la sociedad requiere. En esta perspectiva, las actividades agrícolas constituyen un núcleo de este nuevo paradigma y las innovaciones en este ámbito tienen un papel relevante en la generación de nuevos usos alimentarios y no alimentarios de los productos agrícolas.

6.3. Los retos de la agricultura de esta época

La agricultura tiene ante sí una serie de retos que condicionan su desempeño no solo en el corto plazo, sino también en el mediano y largo plazos, cuya solución pasa por una mayor incorporación de conocimientos e innovación a los esfuerzos productivos. El conjunto de estos retos se alinean en gran parte para contribuir con el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.



En el corto plazo, uno de los principales retos de la agricultura es enfrentar la volatilidad que ha caracterizado los mercados agrícolas en los últimos meses. La imposibilidad para predecir el comportamiento de los mercados ha dificultado la toma de decisiones por parte de los agentes económicos de la agricultura, y ha introducido riesgos en la actividad productiva y comercial que son vistos como un costo adicional por las empresas, lo que ha terminado desincentivando la inversión en la agricultura. La volatilidad de los mercados agrícolas se explica en gran medida por la alta inestabilidad climática, la cual, aunada a la concentración de la producción agrícola y del comercio en pocos países, ha ocasionado que las inundaciones, sequías, heladas o cualquier otro evento climatológico extremo que suceda en Australia, Rusia, Estados Unidos, Europa o el Cono Sur, tenga graves impactos en los mercados internacionales agrícolas.

Para enfrentar la volatilidad de los mercados agrícolas, se requieren innovaciones que mejoren las coberturas de riesgos, más información y transparencia en el funcionamiento de los mercados y nuevos instrumentos para pronósticos climatológicos y financieros. En la sociedad actual, en que muchos de los riesgos son globales, la innovación en la gestión de los mismos, cualquiera sea su naturaleza, es un desafío de la mayor relevancia.

En el mediano y largo plazos (2050), los principales retos de la agricultura estarán, por un lado, en la capacidad de la oferta de alimentos para responder a un incremento de aproximadamente 70% en su demanda. El crecimiento poblacional y económico de los países en desarrollo¹³ se traducirá en un incremento de aproximadamente 70% en la demanda mundial de cultivos destinados no solo al consumo humano, sino también a la alimentación animal. Sin embargo, la posibilidad de respuesta de la oferta de cultivos es limitada, debido principalmente a que el incremento en los rendimientos agrícolas se ha comportado decrecientemente¹⁴, a que existe poca posibilidad de ampliar la tierra arable para la producción de ali-

13 Para el 2050, el PIB de los países en desarrollo habrá aumentado más de 15 veces y su población más de 50%.

14 A título de ejemplos, los incrementos en la tasa de rendimientos de maíz se redujeron de 3% en el período 1970-1980 a casi la mitad (1,6%) entre 2000 y 2009; los de trigo de 3,3% (1980-1990) a 0,6% (2000-2009); y los de arroz, principal producto en la dieta alimentaria mundial, de 2,5% (1980-1990) a 0,8% (2000-2009).



mentos y a que hay una competencia creciente por el uso de la tierra (para biocombustibles¹⁵, otros usos no alimentarios y para los usos urbano e industrial).

Otro reto, con consideraciones en el corto y largo plazos, es el cambio climático. Los cambios que están siendo evidentes en el clima tienen una gran capacidad de alterar la vida de las poblaciones rurales y de las actividades agropecuarias. El cambio climático está afectando, y afectará más en el futuro, el desarrollo de la producción de alimentos y la seguridad alimentaria de importantes áreas del continente americano. Dado que por una parte la agricultura emite gases de efecto invernaderos y, por otra parte, sufre los efectos de una mayor concentración de estos en la atmósfera, este reto debe considerar tanto la mitigación como la adaptación. En este ámbito las agriculturas del hemisferio han empezado a dar los primeros pasos, aunque en los próximos años deberían apurar sensiblemente el ritmo de la toma de decisiones y las acciones pertinentes, proporcionales a la envergadura del reto en cuestión. Sobre este tema se vuelve más adelante.

El reto de superar la exclusión social y la pobreza rural extendida que se observa en los campos de la región también debe abordarse a corto y mediano plazos. La pobreza que se agudiza cuando se afectan las condiciones de seguridad alimentaria de la población por alzas de precios y su volatilidad, o porque la fragilidad de la agricultura de pequeña escala, le presenta importantes dificultades para su incorporación a los mercados y a los procesos tecnológicos y de innovación más dinámicos. Por ello, la innovación está llamada a desempeñar un papel principal en los esfuerzos por permitir la inclusión de la pequeña agricultura en procesos de mayor valor agregado y reducir de esta forma la pobreza en los territorios rurales.

Finalmente, es importante consignar el reto de ir incorporando a la región en la producción de alimentos con mayor valor agregado, en el más amplio sentido de este término. Algunos países del continente han dado pasos importantes en su transformación agrícola, utilizando tecnologías y procesos

15 Entre 2007 y 2010, la producción de etanol a partir de la utilización de materias primas agrícolas alimentarias se incrementó 1,67 veces y la de biodiésel aumentó 2 veces.



de punta en su producción agrícola. Sin embargo, en general, las industrias alimentarias de la región muestran evidentes rezagos en relación con la producción de alimentos más sofisticados, como por ejemplo los alimentos funcionales. Si la fuerza competitiva está crecientemente en el desarrollo de las cadenas agroalimentarias, es muy importante empezar a generar iniciativas y políticas que efectivamente asuman esta perspectiva. El mundo vive una Nueva Revolución Alimentaria, y la región debe ir incorporando más tecnologías, duras y blandas, para participar plenamente en ella.

Todos estos retos deben enfrentarse con mayores exigencias y restricciones de orden ambiental, social y comercial que en el pasado. Se trata de incrementar la eficiencia en la producción y de producir más con igual cantidad de tierra, al tiempo que se minimiza el daño ambiental, se utiliza más eficientemente el agua y se propicia la responsabilidad social.

6.4. Potencial de la innovación para el logro de una agricultura sostenible, competitiva e inclusiva

Los retos enunciados y analizados precedentemente exigen más y mejor innovación y más y mejores innovaciones tecnológicas, institucionales y de organización y de mercado. A nuevos tiempos, nuevos retos y nuevas formas de hacer las cosas. *“Business as usual is no longer an option”*.

Los procesos de innovación ofrecen múltiples oportunidades y opciones para cambiar la forma en que se practica la agricultura, sobre todo desde una perspectiva ambiental y de la inclusión social. Es imprescindible incorporar más inteligencia y conocimientos a la producción y elaboración de los productos agropecuarios, a los procesos productivos, a las estrategias comerciales y a los diseños organizacionales. La innovación y la gestión del conocimiento tienen en estas tareas un rol preponderante.

La economía agrícola de los países de las Américas, no obstante las altas tasas de crecimiento de los últimos años, crece menos que la economía en su conjunto. La brecha de la productividad de la tierra se está incrementando al interior de

los países y entre países del continente. En varios cultivos, en algunos países se ha entrado en una fase de aumentos decrecientes de la productividad de la tierra y en otros casos, como en los países del Caribe, se ha dado una caída de ella.

Es importante tener presente que las innovaciones no son neutras desde una perspectiva ambiental y de la equidad. Las innovaciones pueden inducir crecimiento productivo sustentable ambientalmente o generar deterioro y degradación de los recursos naturales. De similar modo, las innovaciones pueden generar inclusión productiva o rezagos e incluso exclusión de amplios grupos de productores. Estamos hablando, entonces, de innovaciones integradoras, de aquellas que promueven un uso sustentable y responsable de los recursos naturales y de la inclusión social. Un muy buen ejemplo de esto último son los conceptos de las buenas prácticas agrícolas, las buenas prácticas del uso de las energías, el bienestar animal y de la responsabilidad social empresarial.

Incorporando innovaciones se puede llegar a generar más y mejores alimentos y productos agrícolas no alimentarios con la misma cantidad y calidad de recursos productivos (productividad). Desarrollando tecnologías más empáticas con la naturaleza y buenas prácticas ambientales podemos obtener una agricultura más sustentable (sustentabilidad). Innovaciones que puedan ser transferidas rápidamente a los distintos actores de las cadenas productivas pueden ayudar a que las brechas tecnológicas entre los distintos grupos de productores disminuyan y se logre que el bienestar generado a partir de aquellas sea aprovechado por grupos cada vez más amplios de productores agropecuarios, entre ellos los pequeños y los medianos (inclusividad). Todos estos aspectos facilitan que los productos agropecuarios puedan tener la calidad y los estándares necesarios para incorporarse y fortalecer su presencia en los distintos mercados, tanto nacionales como internacionales (competitividad).

En la sociedad del conocimiento es muy difícil imaginar que se dé respuesta a los principales retos de la agricultura sin incluir la innovación. Pensemos, por ejemplo, en el cambio climático y las exigencias que imponen la mitigación y la adaptación. En esta perspectiva, el mejoramiento de la eficiencia del riego y la reducción de la huella del agua, la creación de nuevas



variedades de cultivos, el mejoramiento genético de las especies forestales, el manejo de suelos y de las épocas de siembra, el control de plagas y enfermedades de animales y vegetales son ámbitos de la adaptación al cambio climático que requieren nuevas tecnologías y prácticas culturales que suponen un amplio espacio para el ejercicio de la innovación. Del mismo modo ocurre con la mitigación a través de la innovación en los ámbitos de la medición y reducción de la huella de carbono y los necesarios desarrollos, transferencias y adopción de buenas prácticas agrícolas, ganaderas y de usos de la energía.

Pensemos también en la seguridad alimentaria y en la demanda de producir más y mejores alimentos para los 7000 millones de personas que habitan actualmente la tierra y para los 9000 millones que la poblarán en 2050.

Se requiere una Nueva Revolución Agrícola, muy distinta en sus desafíos y en su paradigma tecnológico y organizacional de lo que fue la revolución verde de los años sesenta y setenta del siglo pasado. El núcleo del desafío tecnológico de la agricultura emergente es producir más y mejores alimentos y otros productos agrícolas no alimentarios a través de procesos productivos que generen menos gases de efecto invernadero, usen más eficientemente el agua, ocupen básicamente la misma superficie de tierra, den respuesta a nuevos estreses bióticos y abióticos provocados por el cambio climático y estén sometidos a una mayor vigilancia de la sociedad en relación con las tecnologías utilizadas. Todas estas son restricciones y exigencias a la producción prácticamente inexistentes en la época de la revolución verde. En cada uno de estos aspectos, las innovaciones tienen un rol central e indiscutible.

El desafío es cómo desencadenar y/o fortalecer procesos intensivos y permanentes de innovación, de desencadenar círculos virtuosos de innovación. Un tema relevante a tener presente al respecto es la diversidad de actores que hacen parte de las agriculturas del hemisferio y cómo se promueve la innovación en todos ellos. Parece del todo evidente, en esta perspectiva, que el nivel de sofisticación y envergadura de las innovaciones es muy diferente si se trata de la pequeña, la mediana o la gran agricultura. Igualmente es distinto si se consideran los actores agroindustriales. Muchas veces, en el caso de la pequeña o mediana agricultura, las innovaciones

más relevantes están asociadas al acceso y la adaptación de tecnologías ya probadas, a la incorporación de nuevas formas de hacer sus agronegocios, como es la agricultura de contrato, y al logro de mejoras en sus formas de realizar el manejo de sus predios.

El mundo y nuestro continente han sido testigos de distintas generaciones de políticas pro innovación. Actualmente diversos actores están impulsando y promoviendo políticas de tercera generación. Un primer aspecto es tener una política adecuada, con los recursos públicos y privados necesarios. Un segundo elemento relevante es disponer de los climas de libertad económica y de negocios que permitan expresar el espíritu emprendedor de los inversionistas y se constituyan en la base del desarrollo de una cultura de la innovación y del emprendimiento. Un tercer tema es la generación de los mecanismos idóneos para aprovechar los avances tecnológicos y las innovaciones que ocurren en el mundo, como el establecimiento de alianzas, la implementación de mecanismos de vigilancia tecnológica y el desarrollo y/o fortalecimiento de mecanismos de integración regional, como los programas cooperativos de investigación y transferencia tecnológica (PROCI). Un cuarto tema es el desarrollo de sistemas nacionales de innovación agroalimentaria, con una gobernanza clara y una suficiente articulación con los sistemas de innovación nacionales.

Si el desarrollo de la biotecnología, de las TIC, de la nanotecnología, de la bioeconomía en general y de otras ciencias emergentes tiene y tendrá más amplias e insospechadas aplicaciones en el desarrollo innovador de la agricultura en las décadas que vienen, la convergencia entre ellas no hará más que multiplicar tales aplicaciones y capacidades. Baste con mirar, por ejemplo, lo que está ocurriendo en la actualidad con la bioinformática y los incipientes usos de la nanotecnología en la agricultura de precisión, o el hecho de que durante 2010 más del 87% de la producción mundial de cultivos transgénicos (148 millones de hectáreas) se realizó en las Américas, siendo más del 90% (14,4 millones) pequeños productores¹⁶. A estas convergencias tecnológicas se sumarán otras nuevas,

16 James, C. 2011. Executive summary: Global status of commercialized biotech/GM crops: 2011. Manila, PH, ISAAA. ISAAA Brief 43-2011.



pues no cabe duda de que estamos en las etapas tempranas de esta tendencia.

Una acción de corto plazo que deberían tomar los países, sin demora, para promover la innovación en la agricultura es incrementar significativamente la inversión en investigación y desarrollo. En esta perspectiva, el fortalecimiento de los INIA, la renovación y/o actualización de los cuadros de científicos y la modernización de la infraestructura de laboratorios son fundamentales para mejorar la productividad y la competitividad de las cadenas agroalimentarias. Las innovaciones tecnológicas requieren importantes inversiones de capital y en talento humano. En este desafío, las alianzas sector público–sector privado deberían ser promovidas por los ministerios de agricultura en tareas específicas que reditúen en ganancias económicas y en el fortalecimiento de los procesos de innovación.

6.5. Promoción de procesos sustentables de innovación: el apoyo del IICA en este desafío

El IICA tiene 68 años de experiencia en ofrecer cooperación técnica en los temas relativos a la tecnología e innovación para la agricultura y ha apoyado activamente la estructuración del Sistema Hemisférico de Tecnología e Innovación. El IICA ha impulsado el desarrollo de los programas colaborativos de integración tecnología como son los PROCI, ejerce como Secretaría Técnica del Foro de las Américas para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO) y es socio activo del Fondo de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Igualmente ha acompañado el desarrollo de los INIA y de los sistemas nacionales de innovación agroalimentarios y más recientemente ha apoyado la constitución de la Red de Gestión de la Innovación en el Sector Agroalimentario (INNOVAGRO).

A la luz de las notables oportunidades que está experimentando la agricultura y la industria agroalimentaria de la región, y de los enormes desafíos que estas tienen por delante, el IICA asume que el apoyo a las agriculturas de nuestro continente y al Sistema Hemisférico de Tecnología e Innovación

debe fortalecerse y actualizarse. Es por ello que en los últimos meses el Instituto ha venido dando un renovado énfasis a su quehacer en los ámbitos del desarrollo tecnológico, la innovación y el desarrollo de los mercados, concentrando los esfuerzos en la provisión de apoyo a los pequeños y medianos productores y ampliando sus acciones al impulso de iniciativas tendientes a la incorporación de innovaciones en los distintos eslabones de las cadenas agroalimentarias.

El IICA está buscando, en conjunto con los países, potenciar el papel de la innovación en la agricultura, para lo cual asiste a los países en la formulación de sus estrategias y políticas, en la modernización de la institucionalidad, en el desarrollo de las capacidades nacionales, en la gestión y difusión del conocimiento y en la formulación e implementación de proyectos de inversión orientados al fomento de la innovación. También está buscando apoyar a los países en la movilización de recursos externos para contribuir a hacer posible tal innovación, sobre todo en el ámbito de la modernización institucional.

En el marco de su Plan Estratégico 2010-2020 y del Plan de Mediano Plazo 2010-2014, para asumir su compromiso con la innovación, el IICA está enfatizando su quehacer en los siguientes grandes campos:

Innovación institucional: Los notables cambios de la agricultura exigen proporcionales cambios en las instituciones nacionales, entendidas estas como reglas, normas y regulaciones. La innovación en las instituciones es, por lo tanto, un ámbito importante del desarrollo agroalimentario. En esta perspectiva, el IICA, que también está en proceso de cambios y modernización, está promoviendo regulaciones que protejan adecuadamente las tecnologías, los productos, los procesos y los recursos fitogenéticos a través de la gestión de la propiedad intelectual; está impulsando la armonización de normativas en el ámbito de la bioseguridad y de la producción orgánica; y está propiciando el desarrollo de agendas comunes entre los distintos actores de los sistemas nacionales de innovación agroalimentaria (centros de investigación, universidades y la iniciativa privada, entre otros).

Innovación en las organizaciones y los negocios: Los distintos actores de los sistemas nacionales de innovación



agroalimentaria están intentando adecuarse a estos tiempos de mayor incertidumbre y de mayores oportunidades y desafíos. En este contexto, el IICA está apoyando el desarrollo de redes y de alianzas que permitan el acceso de tales actores al conocimiento de frontera y de buenas prácticas en sus más distintos ámbitos, está propiciando el desarrollo de la gestión del conocimiento a través de diferentes mecanismos y está apoyando el desarrollo de nuevas formas de asociatividad de los productores y entre los distintos actores de las cadenas agroalimentarias. Del mismo modo, promueve el fomento al emprendimiento, aspecto clave en el desarrollo de procesos sostenibles de innovación.

Innovaciones tecnológicas: Una muy relevante fuente de los procesos de innovación en las cadenas agroalimentarias son los desarrollos tecnológicos y la investigación. En esta perspectiva, el IICA está promoviendo, para los países que lo demanden, el desarrollo seguro de la biotecnología, asistiendo a los ministerios de agricultura en el desarrollo de la normatividad en bioseguridad; está apoyando el desarrollo y la aplicación de tecnologías y de buenas prácticas para mitigar y adaptar las agriculturas del hemisferio al cambio climático; está impulsando la diversificación productiva para avanzar en la seguridad alimentaria; está promoviendo la articulación de los sistemas de extensión; está apoyando el desarrollo de los sistemas nacionales de innovación agroalimentaria y la modernización de los INIA; y está acompañando el fortalecimiento y la renovación del FORAGRO, el FONTAGRO y los PROCI.

En los tres grandes campos señalados, el IICA busca desarrollar mecanismos que amplíen y mejoren el uso de las TIC, por ejemplo en la extensión para la agricultura (e-extensión), en la modernización de la institucionalidad pública, en el desarrollo de mercados agrícolas inteligentes, en la gestión de redes, en la gestión de la propiedad intelectual, en el desarrollo de observatorios de buenas prácticas institucionales y en el mejoramiento de los distintos ámbitos de la gestión de los agronegocios, entre otras áreas.

El desarrollo de procesos de innovación se sustentará cada vez más en las distintas revoluciones tecnológicas en curso y muy fundamentalmente en la convergencia entre ellas. Los

análisis prospectivos son esenciales para que la región pueda estar en mejores condiciones para aprovechar estas nuevas oportunidades de innovación. Este es un aspecto que el IICA fortalecerá en los próximos años.

6.6. Consideraciones finales

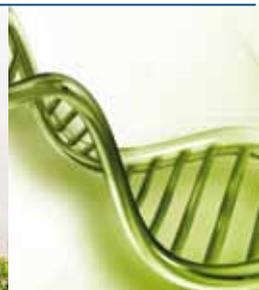
- a) La innovación es insustituible para avanzar hacia una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva. El potencial agropecuario y alimentario de la Región solo se ejercitará plenamente cuando las revoluciones de las TIC, biotecnológica y nanotecnológica y otras tecnologías emergentes sean aprovechadas por los distintos actores sectoriales. El mejor y más pleno aprovechamiento de dicho potencial será la principal contribución de las agriculturas de las Américas al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.
- b) El mundo está en los inicios de una Nueva Revolución Agrícola de orden nanoinfobiotecnológico y organizacional. Esta nueva revolución se sustenta en un nuevo paradigma tecnológico y en las nuevas demandas que vienen de los mercados y de las cadenas agroalimentarias. Tal revolución está transformando lo que hemos entendido por agricultura y la forma de practicarla, al tiempo que está generando nuevos productos, servicios y riqueza.
- c) Los desafíos asociados a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como a la seguridad alimentaria, exigen desencadenar y/o fortalecer amplios e intensivos procesos de innovación. En este contexto se debe impulsar el desarrollo de una cultura de la innovación y del emprendimiento y el tránsito desde los sistemas nacionales de investigación agrícola a los sistemas nacionales de innovación agroalimentarios. En este proceso se debe fortalecer el conjunto de actores de tales sistemas, con especial atención a los INIA.
- d) En la sociedad del riesgo, en que estos son cada vez más sistémicos y globales, un ámbito esencial de innovación es la gestión de los riesgos de distinta naturaleza. La



agricultura del siglo XXI está siendo cada vez más una agricultura de los seguros y de las coberturas.

- e) El IICA ha acopiado conocimiento (experiencias de éxito y fracasos en la innovación tecnológica y la transferencia) y tiene fortalezas para impulsar la innovación en la agricultura y en los territorios rurales. En tal sentido orienta su accionar al desencadenamiento y/o fortalecimiento de procesos sustentables de innovación. El IICA puede también ayudar a identificar los espacios de oportunidades para la competencia leal en los mercados agropecuarios, para permitir focalizar las acciones de los países y definir mejor las tecnologías que deben desarrollarse.
- f) Los mecanismos regionales de integración tecnológica y de promoción de la innovación también tienen un rol importante en el logro de más y mejor innovación y en el acompañamiento de los ministerios de agricultura para implementarla. Los PROCI, el FORAGRO, el FONTAGRO y la red INNOVAGRO cumplen, en este sentido, un papel que debería fortalecerse en los años que vienen.
- g) Los gobiernos deberán invertir más recursos económicos en los institutos de investigación, en la reconstitución de los sistemas de extensión bajo nuevos enfoques y en la preparación de capital humano de excelencia para afrontar los actuales déficits de innovación en el sector agroalimentario. Es cierto que parte de la inversión en innovación (principalmente aquella vinculada a la investigación) tiene retornos en el mediano plazo, pero otra no necesariamente. En cualquier caso el desafío de una mayor inversión debe abordarse hoy, pues los enormes desafíos y las notables oportunidades de las agriculturas de las Américas así lo requieren.





Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

Dirección de Cooperación Técnica
Programa de Innovación para la Productividad y Competitividad

Sede Central. Apartado Postal 55-2200
San José, Vázquez de Coronado, San Isidro
11101 — Costa Rica
Tel.: (506) 2216 0222 / Fax: (506) 2216 0233
Dirección electrónica: iicahq@iica.int
Sitio web: www.iica.int