

## CAPÍTULO 2

### SISTEMAS DEL CONOCIMIENTO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN, EFECTIVIDAD E IMPACTOS

*Autores coordinadores:* Hugo Cetrángolo (Argentina) y Jesús Moncada (México)

*Autores:* Hernando Bernal (Colombia), Cecilia Gelabert (Argentina), Marcelo Regúnaga (Argentina) y Mario Samper (Costa Rica)

*Autor contribuyente:* David E. Williams, USDA-FAS, Antonio Castro (Brasil)

*Autor Contacto:* Hugo Cetrángolo (Argentina) e-mail: hcetrangolo@yahoo.com.ar

*Revisor:* Celia Harvey (UK)

#### Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Mensajes Claves.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.1 Inventario, Caracterización y Evolución de la Estructura del SCCTA y sus Interacciones.....</b>     | <b>7</b>  |
| <b>2.2 Organizaciones.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2.2.1 Organizaciones locales y del tercer sector</b>  |           |
| <b>2.2.3 Organizaciones regionales, centros internacionales y otros mecanismos de cooperación regional</b> |           |
| <b>2.2.4 Limitaciones institucionales y de gestión de los sistemas nacionales de CCTA</b>                  |           |
| <b>2.2.5 Evolución del sistema</b>   |           |
| <b>2.2.6 Interacciones entre las organizaciones y redes de conocimiento</b>                                |           |
| <b>2.2.7 Percepción de la sociedad acerca de los CCTA</b>  |           |
| <b>2.3 Enfoque, Agenda y Procesos de Investigación.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>2.3.1 La agenda de CCTA</b>   |           |
| <b>2.3.2 Clientes del CCTA</b>   |           |
| <b>2.3.3 Tipos de investigación</b>  |           |
| <b>2.3.5 Seguimiento y evaluación del desempeño institucional en CCTA</b>                                  |           |
| <b>2.4 Recursos Financieros y Gestión del SCCTA.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>2.4.1 Evolución e impacto de las inversiones en CCTA</b>  |           |
| <b>2.4.2 Montos de financiamiento en CCTA, tendencias y consecuencias</b>                                  |           |
| <b>2.4.3 Financiamiento decreciente: consecuencias</b>   |           |
| <b>2.4.4 Evolución de las formas de captación de recursos</b>  |           |
| <b>2.4.5 Organismos de apoyo</b>   |           |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>2.5</b>   | <b>Respuestas de los SCCTA a los Cambios en las Variables más Influyentes del Contexto.....</b> | <b>41</b> |
| <b>2.5.1</b> | <b><i>Agua</i></b>  |           |
| <b>2.5.2</b> | <b><i>Biodiversidad</i></b>   |           |
| <b>2.5.3</b> | <b><i>Suelos</i></b>  |           |
| <b>2.5.4</b> | <b><i>Variable social</i></b>   |           |
| <b>2.5.5</b> | <b><i>Políticas</i></b>   |           |
| <b>2.5.6</b> | <b><i>Mercado</i></b>   |           |
| <b>2.6</b>   | <b>Efectividad e Impactos del CCTA.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>2.6.1</b> | <b><i>Sobre los diferentes sistemas de producción</i></b>                                       |           |
| 2.6.1.1      | Sistema tradicional indígena y campesino  |           |
| 2.6.1.2      | Sistema agroecológico   |           |
| 2.6.1.3      | Sistema convencional  |           |
| <b>2.6.2</b> | <b><i>Sobre el avance del conocimiento y los sistemas de innovación</i></b>                     |           |
| <b>2.6.3</b> | <b><i>Sobre los consumidores</i></b>  |           |
| <b>2.6.4</b> | <b><i>En los aspectos sociales</i></b>  |           |
| <b>2.6.5</b> | <b><i>Competitividad de las cadenas, los conglomerados y el desarrollo territorial</i></b>      |           |

## Mensajes Claves

**1 Latinoamérica posee una rica tradición de esfuerzos individuales e institucionales en ciencia, tecnología y conocimiento, con aportes significativos para la seguridad alimentaria y al sector agroexportador, pero no se ha podido aprovechar el potencial existente.**

Las distintas regiones de América Latina y el Caribe (ALC) cuentan con una heterogénea estructura para el Sistema de Conocimiento, Ciencia y Tecnología Agrícola (SCCTA) que involucra instituciones y organizaciones públicas y privadas, nacionales, regionales e internacionales, de diversos tamaños y capacidades, con diferencias importantes entre países y subregiones. Recientemente se han desarrollado alternativas innovadoras de gestión de los organismos, con participación de la sociedad civil. Sin embargo, la articulación no responde a esta diversidad y potencialidad, por lo que no ha permitido optimizar el uso del SCCTA y los derrames tecnológicos.

Las necesidades detectadas requieren: Fortalecer las instituciones del CCTA, especialmente en los países de menor desarrollo relativo. Mejorar la articulación y la cooperación dentro del sistema CCTA y con los usuarios del sector público y privado. Promover la participación de la sociedad civil para lograr un mayor control social y apoyo moral, político y económico.

**2. La agenda del SCCTA tuvo como prioridades la seguridad alimentaria, la producción de bienes agroindustriales y de alimentos de bajo costo para el consumo y la exportación, producidos principalmente por el sistema convencional/productivista.** Sin embargo, en la actualidad existe el desafío adicional de desarrollar tecnologías, innovaciones y sistemas destinados a atender la dimensión ambiental y social, y las demandas específicas de los sistemas indígenas/tradicionales y agroecológicos. Las líneas de investigación que recibieron más atención fueron aquellas tendientes a lograr mayor productividad en el sector primario, pero se han efectuado menores esfuerzos para realizar desarrollos tecnológicos orientados a la competitividad de otras etapas de las cadenas agroalimentarias, al agregado de valor, a la producción de bienes y servicios no agrícolas en zonas rurales y otras actividades relacionadas con la multifuncionalidad de la agricultura.

Existe la necesidad de profundizar en temas sociales, culturales y ambientales en los tres sistemas productivos, pues en el pasado no han sido prioritarios. Adicionalmente, no se ha asignado suficiente importancia al aprovechamiento sostenible de los importantes recursos de biodiversidad, disponibilidad de agua dulce y recursos marinos que existen en la Región. Tampoco se han ponderado suficientemente los impactos directos de los sistemas productivos sobre los recursos de agua, tierra y cobertura vegetal, ni los efectos de la deforestación, la ampliación de la frontera agrícola a nuevas áreas y el cambio climático.

Actualmente se espera que el SCCTA sea capaz de atender y compatibilizar objetivos en conflicto como competitividad y sostenibilidad ambiental, económica y social.

**3. La demanda hacia el SCCTA se ha vuelto más diversa y compleja para poder responder a los problemas de los tres sistemas identificados, principalmente vinculados con la producción, pobreza, seguridad alimentaria, degradación ambiental, deforestación, pérdida de biodiversidad, desastres naturales y cambio climático. Incorpora aspectos sociales, económicos y ambientales y trabaja desde la producción primaria hasta la comercialización.** Son pocas las instituciones de SCCTA que por sí solas pueden atender demandas tan diversas y complejas de manera holística.

Se ha detectado la necesidad de fortalecer la cooperación y el trabajo en redes globales, regionales y nacionales, con una adecuada planificación estratégica, ejecución y seguimiento, definidas de forma más holística y participativa con los actores sociales. Su consecución pondrá a prueba la solidaridad y la corresponsabilidad entre países e instituciones.

**4. La agenda del SCCTA no ha asignado suficiente importancia a la identificación y la resolución de los problemas derivados de la pobreza que inciden negativamente en la nutrición, salud y bienestar de los pobres urbanos y rurales.** Es necesario diseñar, financiar e instrumentar una agenda a favor de los pobres a escala global, regional y de los países.

**5 El SCCTA ha realizado aportes agronómicos valiosos que han sido aprovechados principalmente por los productores grandes y medianos más organizados, pertenecientes a la agricultura convencional/productivista.** Los productores tradicional/indígena y agroecológicos, cuya característica común es su limitada disponibilidad de recursos y su menor organización, han sido menos beneficiados. No se ha logrado una adecuada participación de estos últimos grupos en la definición de la agenda de SCCTA. Se ha detectado la necesidad de implementar un sistema de innovación y desarrollo participativo que también responda a las necesidades, capacidades y potencialidades de los tres tipos de productores.

**6. La inversión en investigación y desarrollo agrícolas en ALC difiere según los países y entre subregiones, pero en todos los casos es menor a la correspondiente a los países industrializados y a algunos países en desarrollo.** Se ha detectado la necesidad de aumentar la inversión pública en el sistema de CCTA, ya que para los países en desarrollo la inversión en el SCCTA continúa siendo la mejor opción.

**7. Pese a las aportaciones del SCCTA en apoyo a la producción y productividad agropecuaria, resulta paradójico que en las últimas décadas hayan disminuido los recursos públicos destinados a este fin.** Además, las instituciones están sujetas a una normativa no idónea a la función de investigación, lo cual genera incertidumbre e ineficiente aprovechamiento de recursos. Se ha detectado la necesidad de dotar a las instituciones públicas de suficiente financiamiento y crear mecanismos que permitan reducir la incertidumbre y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.

**8. La investigación y desarrollo del sector privado se concentra en el desarrollo de tecnologías apropiables, que han sido beneficiadas por la legislación de patentes y propiedad intelectual.** Ha tenido también importancia en la adaptación local de tecnologías generadas en países industrializados. Sin embargo, los aportes del sector privado al SCCTA no resultan suficientes para las necesidades de desarrollo tecnológico, especialmente para los productores del sistema tradicional/indígena. ALC requiere de un aumento de la inversión privada en investigación y desarrollo agrícola, lo que implicará contar con políticas públicas que la incentiven, dado que en algunos países los problemas políticos, económicos e institucionales las han limitado. Al mismo tiempo, se espera lograr un adecuado balance entre la justa retribución de la inversión privada en el SCCTA y los intereses de los productores y la sociedad.

**9. La cooperación internacional y las organizaciones no gubernamentales (ONG) también han realizado esfuerzos tendientes a cubrir el rol de los organismos públicos en el SCCTA, principalmente en temas ambientales, culturales y sociales, pero éstos han sido dispersos, insuficientes y sin continuidad.** Será necesario aumentar su inversión y promover su integración en el SCCTA.

**10. Diversos factores externos al desarrollo tecnológico agropecuario condicionan el potencial del SCCTA para desarrollar sistemas más productivos, sostenibles y equitativos, que contribuyan a la oferta de alimentos, a la seguridad alimentaria y a la reducción de la pobreza.** El SCCTA no se ha considerado suficientemente en la formulación de políticas macroeconómicas, comerciales y financieras, así como las relacionadas con el acceso a los mercados, la educación y a la información. Será necesario encontrar mecanismos para una mejor articulación entre el SCCTA y los formuladores y gestores de las políticas.

**11. En ALC la insuficiencia de planes estratégicos y la poca participación del CCTA en la formulación de ellos no han permitido atender integralmente a temáticas complejas del medio rural.** El SCCTA debe ser un integrante fundamental en la promoción, el diseño y la ejecución de los planes estratégicos.

**12. A pesar de que la sociedad tiene una buena percepción del SCCTA, existe cierto desconocimiento de su importancia e impacto en la tecnología.** En consecuencia, existe poco apoyo de la sociedad al SCCTA y se observan reacciones adversas hacia la tecnología, poco fundamentadas o influidas por otros preconceptos. Se ha detectado la necesidad de mejorar la comunicación del SCCTA hacia la sociedad con respecto a su importancia e impacto potencial de la tecnología, mediante una estrategia de transparencia y rendición de cuentas.

**13. Las instituciones de investigación financiadas con fondos públicos tienen una estructura de recursos humanos desequilibrada en las dimensiones interdisciplinarias, interculturales y de género.** Además, enfrentan un problema de envejecimiento de sus investigadores y personal de apoyo, y pocas poseen un programa de renovación. Se ha

detectado la necesidad de desarrollar un programa que prevea la formación, actualización y diversificación de los cuadros científicos y técnicos, a través de incentivos hacia la investigación en campos prioritarios.

**14. El SCCTA ha tenido logros satisfactorios que han contribuido a mejorar la producción y la productividad (con diferencias subregionales), principalmente en el sistema convencional/productivista.**

**15. El SCCTA no ha interactuado suficientemente con los sistemas tradicionales/indígenas ni ha aprovechado sus capacidades y potencialidades.**

**16. El sistema agroecológico surge como una opción para encontrar una solución a los problemas ecológicos, económicos y socioculturales.** Se ha creado a partir de la interacción del SCCTA con productores que comparten estas inquietudes.

**17. El desarrollo tecnológico a veces ha tenido costos ambientales y sociales. No se ha estudiado adecuadamente el balance de los impactos agronómicos, económicos, sociales, culturales y ambientales.** Tampoco se han implementado suficientes estrategias para mitigar los impactos negativos de diferentes tecnologías y sistemas de producción. Se ha detectado la necesidad de evaluar los resultados del SCCTA de manera holística, donde se tomen en cuenta no solo sus impactos económicos y productivos, sino también los ambientales, sociales, culturales y políticos.

## **2.1 Inventario, Caracterización y Evolución de la Estructura del SCCTA y sus Interacciones**

ALC posee una rica tradición de esfuerzos individuales e institucionales en ciencia, tecnología y conocimiento, que han realizado aportes significativos en diversos países de la Región. Las distintas subregiones de ALC cuentan con una estructura amplia y heterogénea de CCTA, con diferencias significativas entre países, que involucra a diversas instituciones y organizaciones públicas y privadas locales, nacionales, regionales e internacionales, así como programas bilaterales y multilaterales de cooperación con contrastantes agendas y capacidades.

El SCCTA en ALC ha ido incorporando gradualmente diferentes dimensiones en el plano de las instituciones, los programas y otros mecanismos de cooperación, orientados a lograr la necesaria cobertura espacial y temática, y aprovechar, coordinar e integrar los esfuerzos de diversos tipos de actores públicos y privados de distintos ámbitos (local, nacional, regional e internacional). Así, hoy se cuenta con una trama compleja de instituciones, programas y mecanismos de cooperación que involucran a: i) las organizaciones locales y del tercer sector; ii) los institutos nacionales de investigación agrícola (INIA), universidades y otros organismos nacionales; iii) los centros regionales; iv) los programas cooperativos; v) los consorcios y redes especializadas; vi) los centros internacionales, como el Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) y el Foro Global de Investigación Agropecuaria (GFAR); vii) la cooperación internacional bilateral y multilateral, viii) el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO); y ix) el Foro Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO). En la Figura 2.1 se muestra un esquema de dicha trama.

**[Insertar Figura 2.1]**

## **2.2 Organizaciones**

### **2.2.1 Organizaciones locales y del tercer sector**

La compleja red de organizaciones locales públicas, privadas o mixtas o de carácter no gubernamental (ONG), con sus respectivas formas de articulación al SCCTA e interacción, han generado potencialidades y también limitaciones que se han manifestado de manera diferenciada, especialmente en las últimas tres décadas.

Existe una rica y variada experiencia en la integración, operación y desempeño de instituciones de la sociedad civil financiadas con fondos públicos para el apoyo a los programas de CCTA. Por ejemplo, en México se han documentado “grupos de interés”, en este caso de productores agropecuarios, que voluntariamente organizados en patronatos brindan apoyo moral, político y económico a programas de investigación de su interés, que se realizan en campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Recuadro 2.1).

**[Insertar Recuadro 2.1]**

Las principales limitantes de la interacción entre las ONG y el CCTA resultan de los contrastes regionales al interior de cada país, de la toma de decisiones de carácter político y de la participación de la base social. Reflejan, asimismo, el fenómeno de la privatización de la investigación, asistencia técnica y transferencia de tecnología para los pequeños y medianos productores, como consecuencia de la descentralización administrativa, ajustes estructurales y liberalización de mercados durante las dos últimas décadas (Quiroz, 2001:104).

Los diferentes Estados han intentado, a través de políticas públicas, generar sistemas productivos que logren romper el ciclo de marginalidad y deterioro ambiental, y que también incluyan el enfoque de género y la cosmovisión indígena y afroamericana. Sin embargo, aún falta mucho por hacer para lograr una participación real de dichos actores sociales en el ámbito local en los espacios de toma de decisión (Dirven, 2003).

Las sociedades rurales también se están volviendo más complejas, con mayores interacciones entre distintos tipos de actores, que desdibujan los límites entre lo rural y lo urbano. Esto perfila nuevos escenarios en relación con las demandas de diferentes actores y sus respectivas organizaciones en el ámbito local.

En lo referente al SCCTA, los procesos de desarrollo local autogestionado y en alianzas con universidades, fundaciones, corporaciones, cooperativas, asociaciones de productores, organizaciones no gubernamentales, tanto nacionales como internacionales, ofrecen la posibilidad de revalorar el conocimiento tradicional, lograr un mayor poder de negociación, una mejor gestión del territorio y acceso a la tierra. Esto se evidencia en varios movimientos sociales, como el movimiento Zapatista en Chiapas en México, el Movimiento Sin Tierra en Brasil, las reivindicaciones del Pueblo Mapuche en Chile y Argentina, entre otras, que tienen una trascendencia de orden local con consecuencias regionales e internacionales para el diseño de un nuevo paradigma relacionado con el CCTA en ALC.

La mayoría de los Estados latinoamericanos aún no ha resuelto su problema agrario, que afecta a sus respectivas sociedades y principalmente a las organizaciones locales del sector rural. Este fenómeno ya no es exclusivo del paisaje rural, sino que se ha extendido hacia las zonas urbanas (Machado, 2004:73).

Aunque existen experiencias aisladas, la incorporación de los nuevos avances del CCTA a los estilos de producción, que incluyan la bioelectrónica, bioinformática y biotecnología, no está generalizada entre las organizaciones locales y los productores de economías campesinas. Tampoco se han generado procesos de conciliación para aprovechar lo positivo de ellos (León et al., 2004:54; Amaya y Rueda 2004:10).

### **2.2.2 Organizaciones nacionales**

El SCCTA de ALC está conformado por una vasta red de instituciones públicas, privadas y del tercer sector de los respectivos países, que ha tenido gran relevancia en la mayor parte de ellos, dada la importancia relativa de la agricultura en esta Región. Dentro del sistema, los

organismos públicos nacionales de investigación agropecuaria, generalmente conocidos como INIA, cuentan con una larga trayectoria (muchos de ellos fueron creados hace más de medio siglo) y han desempeñado un papel significativo en la generación de tecnologías para el sector.

Así como ALC es un escenario geográfico heterogéneo, los INIA de distintos países poseen características muy diferentes entre sí. Algunos tienen gran importancia y han concentrado la mayor parte de la inversión en ciencia y tecnología agropecuaria de sus respectivos países y de la Región, como es el caso de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) en Brasil, el INIFAP de México, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, el INIA de Venezuela y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) en Colombia. En otros países de la Región, la inversión ha sido escasa y no se cuenta con una estructura de investigación agropecuaria relevante en el sector público.

Paralelamente a la labor desarrollada por los INIA, las universidades han cumplido una función significativa en la investigación básica y aplicada; algunas de ellas han adquirido cierta importancia en la divulgación regional de tecnología. En general la articulación entre los INIA y las universidades no ha sido satisfactoria y, salvo en casos particulares, es un aspecto que merece mayor atención, ya que se podrían potenciar las capacidades de ambas, como lo demuestran algunos casos exitosos de articulación.

En algunos países de la Región existen, además, organismos nacionales de ciencia y tecnología de carácter general, que cuentan con centros especializados en temas relacionados con el sector agropecuario y con los recursos naturales. Ellos han realizado aportes importantes principalmente en materia de investigación básica. Sin embargo, debe señalarse que la desarticulación entre la investigación científica y el desarrollo tecnológico es una característica común en casi todos los países.

En los países de mayor tamaño y con estructuras políticas con recursos descentralizados en las provincias o estados, el SCCTA suele incorporar instituciones públicas de carácter provincial o regional, muchas veces especializadas en cultivos y áreas productivas o temáticas de importancia local. Algunas de ellas han realizado importantes contribuciones para el desarrollo de actividades específicas. Este es el caso de la Estación Experimental Obispo Colombes de la Provincia de Tucumán en Argentina para la caña de azúcar y otros productos de interés local.

El sistema público de CCTA de la mayor parte de los países de ALC tuvo un desarrollo inicial importante y realizó contribuciones sustantivas en los años sesenta, setenta y parte de los ochenta. Sin embargo, no ha acontecido lo mismo en las últimas dos décadas, en las que se registró un retroceso en cuanto a su importancia relativa en comparación con los aportes realizados por el sector privado para la agricultura convencional/productivista. Ello fue consecuencia de dos procesos simultáneos: a) por una parte, se registró una disminución gradual de la importancia y en muchos casos de las competencias del Estado, lo que implicó

disminución de los presupuestos asignados a CCTA y en ciertos casos implicó la supresión o fusión de organismos especializados en el tema; b) por otra parte, en las últimas décadas en el sector agrario se han verificado, principalmente en el Cono Sur, procesos económicos, sociales y tecnológicos, entre los cuales se destacan el aumento de escala y la concentración productiva. Ambos procesos han otorgado mayor relevancia a las tecnologías apropiables orientadas a aumentar la productividad, que incentivaron que el sector privado tuviera un rol más importante en el proceso de generación y adaptación de tecnología, principalmente en genética vegetal y animal, fertilizantes químicos, productos sanitarios y máquinas agrícolas.

Más aun, la magnitud de las inversiones necesarias en I+D para obtener productos tecnológicos acordes con exigencias crecientes de competitividad de la agricultura actual, hace que parte de estas inversiones no esté al alcance de mucho de los organismos nacionales de ciencia y tecnología. Por ello, en muchos casos quedan adscritas a actores tecnológicos globales, que obtienen beneficios como consecuencia de la venta de insumos y bienes de capital e ingresos por *royalties* de los desarrollos, cuya propiedad intelectual está protegida.

En algunos países, este mecanismo privado de generación y difusión de tecnología ha desplazado la labor de las instituciones públicas, las que han concentrado sus esfuerzos en la atención de las necesidades de los agricultores pequeños y medianos, quienes no siempre son objeto de interés relevante por parte de las empresas proveedoras de insumos, especialmente cuando estos productores no poseen capacidad de compra.

Más allá del papel de las empresas privadas especializadas en la generación de innovaciones y tecnologías para el sector agrario, en los últimos años han surgido instituciones privadas o público-privadas por cadena productiva, las cuales en algunos países de la Región desarrollan programas de investigación sobre los temas relevantes identificados en ellas. Esta actividad innovadora e incipiente, se efectúa con participación de los organismos de ciencia y tecnología y las universidades, y constituye un mecanismo eficiente para la identificación de demandas, planificación y coordinación en materia de resolución de problemas tecnológicos.

Muchos de los avances significativos en materia tecnológica se han logrado por una adaptación de tecnologías generadas en los países industrializados, con los necesarios ajustes a las situaciones locales o regionales de los distintos países. En algunos cultivos y regiones, especialmente los de zonas templadas, esto ha permitido lograr desarrollos muy competitivos, con relativamente poco esfuerzo o inversión nacional en ciencia y tecnología, y se han adaptado tecnologías provenientes de otros países de condiciones agroecológicas similares. Sin embargo, es necesario destacar que ciertos países de menores recursos dentro de ALC,

especialmente de zonas tropicales y subtropicales, no disponen de investigación básica y aplicada para resolver limitantes locales específicas<sup>1</sup>.

Las instituciones públicas nacionales le han dado prioridad a la I+D en los temas más relevantes para mejorar el ingreso de los productores, en tanto que los aspectos sociales y ambientales recibieron tradicionalmente menor atención. En los últimas dos décadas, estos aspectos comenzaron a ocupar un lugar más importante dentro de las actividades desarrolladas.

El sistema público de CCTA de la Región ha asignado mayor relevancia a la generación de tecnologías “duras” de producción que a las tecnologías “blandas” de organización, como consecuencia de las propias características de las instituciones que lo componen. Ello ha implicado dificultades a la hora de articularlas en los modelos productivos. Esto se ha visto agravado porque en muchas ocasiones los desarrollos tecnológicos, generados desde la oferta, no han tenido en cuenta las necesidades y capacidades de los destinatarios. Por tal razón, recientemente se ha fortalecido una corriente de pensamiento que considera que en la gestión del desarrollo tecnológico debe haber una mayor participación de los usuarios finales.

Los requerimientos de la demanda cada vez tienen mayor importancia en la definición de las actividades del CCTA. Los consumidores y los canales de distribución concentrados requieren de nuevos servicios como: trazabilidad, certificaciones de origen y de procesos, respeto por el medio ambiente, productos naturales, entre otros. Como consecuencia, se han planteado nuevas demandas al SCCTA.

Dado que la tecnología es un bien económico pero también social y ante la evolución insatisfactoria de la situación social y económica en muchos de los países de ALC, en los últimos años los organismos públicos de CCTA han comenzado a incorporar en sus agendas los temas sociales, de agricultura de subsistencia y de agricultura urbana. Sin embargo, las instituciones de ciencia y tecnología todavía están lejos de poder atender las demandas específicas en materia de desarrollo de tecnologías apropiadas para los sectores más desfavorecidos.

En algunos países de la Región, los sistemas de extensión y transferencia de tecnología han registrado cambios en los últimos dos decenios, como consecuencia de la tendencia de las instituciones públicas a aumentar la importancia asignada a los aspectos sociales y a los pequeños productores, dado el aumento de la participación del sector privado como proveedor

---

<sup>1</sup> En este sentido, debe destacarse que en los países industrializados existe un grado diferente de disponibilidad de tecnología para los cultivos de zonas templadas que para los tropicales. Como consecuencia, existen menos posibilidades de adoptar tecnología foránea y realizar procesos de adaptación en los países de ALC de clima tropical.

de tecnologías a los productores de mayor escala productiva. Para determinado perfil de productores, los profesionales independientes, tanto agrónomos como veterinarios, son un importante factor de desarrollo tecnológico.

En algunos casos resulta importante el efecto de “derrame” (Conocido como “*spill over*”) de la tecnología utilizada por los productores más grandes hacia los más pequeños, especialmente cuando estos últimos no tienen restricciones de carácter económico o cultural para su adopción.

### **2.2.3 Organizaciones regionales, centros internacionales y otros mecanismos de cooperación regional**

ALC cuenta con más de medio siglo de experiencia de cooperación regional en materia de investigación y educación agropecuaria, entre países e instituciones. La existencia de temáticas y problemas comunes en diversos ámbitos regionales y subregionales, así como las restricciones que han enfrentado especialmente los países más pequeños para el desarrollo independiente de programas relevantes de investigación agrícola, dieron lugar a la instrumentación de diversas iniciativas, que en algunos casos se concretaron en nuevas estructuras institucionales regionales y, en otros, dieron lugar a proyectos y programas de investigación cooperativa y a un intercambio creciente de conocimientos entre los institutos nacionales de la Región y con diversas instituciones regionales e internacionales.

Algunas **organizaciones regionales** son de larga data. Inclusive en algunos países son anteriores a la creación de los institutos nacionales (INIA). Tal es el caso del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), que fue creado en 1942 en Turrialba, Costa Rica, donde se estableció una estación experimental y un centro de formación de postgrado, los que posteriormente dieron lugar a la creación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)<sup>2</sup> en 1973. A partir de entonces se separaron las actividades de investigación y enseñanza de carácter hemisférico del IICA, el que estableció su sede central en Coronado, también en Costa Rica.

A mediados de los años setentas, los doce miembros de la Iniciativa de Integración Comercial de los Países del Caribe (CARICOM)<sup>3</sup> crearon el Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI), con el propósito de fortalecer las actividades de investigación y desarrollo agrícola y dar apoyo a los sectores agropecuarios de los países miembros; estas funciones las venía realizando con anterioridad el Regional Research Centre, creado en 1955

---

<sup>2</sup> Cuenta actualmente con 14 miembros: el IICA, Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela.

<sup>3</sup> Antigua y Barbuda, Barbados, Belice, Dominica, Granada, Guyana, Jamaica, Montserrat, St Kitts-Nevis, St Lucia, St Vincent y las Granadinas y Trinidad y Tobago.

por los países de habla inglesa del Caribe para atender a desafíos crecientes y complejos de su agricultura.

Además de los centros subregionales mencionados, durante los años setentas y ochentas, los INIA y otras instituciones públicas y privadas de los países de la Región fueron creando **programas cooperativos de investigación agrícola** (denominados PROCI), los que han crecido notablemente hasta el presente. Estos programas evolucionaron desde el intercambio inicial de conocimientos entre las entidades participantes, hasta la ejecución de actividades de investigación conjunta y el desarrollo de proyectos regionales de investigación y capacitación no formal. Hoy se cuenta con programas cooperativos para diversas temáticas y para todas las subregiones de las Américas<sup>4</sup>; la amplia mayoría de estas iniciativas contó con el apoyo del IICA y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) durante sus etapas iniciales. Estos mecanismos cooperativos, que no implican nuevas estructuras institucionales, han tenido algunos impactos positivos para impulsar el desarrollo tecnológico en los respectivos países, como lo avalan las respectivas evaluaciones de impacto.

Asimismo algunos **consorcios y redes especializadas** en diversas temáticas, productos y subregiones han contado con el apoyo de las oficinas nacionales y regionales de FAO, así como de otras institucionales internacionales. Se destacaron el Programa Regional Cooperativo de Papa; el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe; el Programa Regional de Maíz, coordinado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); la Red Latinoamericana de Conservación Agrícola; el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la EcoRegión Andina; la Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción; la Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal; y diversos programas colaborativos de apoyo a la investigación, que cuentan con financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y son administrados por universidades de EE.UU.

La estructura institucional del CCTA de ALC cuenta, además, con otros dos tipos de componentes, que se pusieron en marcha en los años noventa, con los cuales se ha intentado

---

<sup>4</sup> El Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología para la Región Norte para Canadá, México y EE.UU. (PROCINORTE); el Sistema de Ciencia y Tecnología Agropecuarias del Caribe para los países del CARDI, incluido además Suriname (PROCICARIBE); el Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales para los países de Centroamérica (PCCMCA); el Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y la Modernización de la Caficultura en Centroamérica y República Dominicana (PROMECAFE); el Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agropecuaria para los países de Centroamérica y Panamá (SICTA); el Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología para la SubRegión Andina, que abarca Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (PROCIANDINO); el Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología para los Trópicos Sudamericanos, que abarca Brasil y los países de la Cuenca Amazónica: Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela (PROCITROPICOS); el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico del Cono Sur para Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay (PROCISUR).

completar la arquitectura institucional de la Región y cubrir algunos vacíos observados en su funcionamiento: el FONTAGRO y el FORAGRO.

El FONTAGRO es un consorcio creado para promover la investigación agropecuaria estratégica de interés regional, con la participación directa de los países de ALC para la fijación de prioridades y la financiación de los proyectos de investigación. Fue constituido por algunos países de la Región<sup>5</sup>, con el patrocinio del BID, el IICA, la Fundación Rockefeller y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá. Su propósito es promover el incremento de la competitividad del sector agropecuario y asegurar el manejo sostenible de los recursos naturales y la reducción de la pobreza, mediante el desarrollo de tecnologías con características de bienes públicos transnacionales y facilitando el intercambio de conocimientos científicos dentro de la Región y con otras regiones del mundo.

La idea del FONTAGRO es contar con un capital de 200 millones de dólares, cuya renta anual permita el financiamiento no-reembolsable sostenido de proyectos regionales de investigación estratégica. Estos fondos son asignados por un mecanismo competido, con base en la coherencia de los proyectos con los propósitos del Fondo, que se califican mediante criterios técnicos, económicos, ambientales e institucionales, para las áreas prioritarias de investigación definidas en su Plan de Mediano Plazo 2005-2010. La elaboración de propuestas y su ejecución la pueden realizar las diversas entidades de los países miembros del Fondo (institutos de investigación, universidades, fundaciones, organizaciones privadas), así como los centros regionales e internacionales de investigación en asociación con organizaciones nacionales de desarrollo tecnológico.

Por su parte, el FORAGRO constituye un mecanismo orientado a facilitar la discusión y apoyar la definición de una agenda de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario de la Región, con la necesidad creciente de operar en redes de conocimiento. El objetivo general del Foro es contribuir a la consolidación del Sistema Regional de Innovación Tecnológica Agropecuaria para las Américas, facilitando el diálogo, la articulación y las alianzas estratégicas entre los diversos actores que conforman los sistemas nacionales, regionales e internacionales de investigación y desarrollo tecnológico.

En 1997 la Junta Interamericana de Agricultura resolvió respaldar la creación del Foro y solicitó al IICA constituir su Secretariado Técnico, y en mayo de 1998 se celebró su reunión inicial. Está conformado por una amplia gama de miembros: instituciones nacionales de investigación agropecuaria públicas y privadas, consejos nacionales de ciencia y tecnología, entidades de

enseñanza universitaria y organizaciones del sector privado, gremios de productores, ONG, fundaciones públicas y privadas que desarrollan o fomentan la innovación tecnológica, los programas cooperativos de investigación de las subregiones, las Redes Regionales, los centros regionales CATIE y CARDI, los Centros del CGIAR localizados en ALC, el FONTAGRO y el IICA, que aporta el Secretariado Técnico<sup>6</sup>.

A pesar de que el foro no tiene una representación oficial en el CGIAR, la nueva estrategia de los centros le otorga un papel relevante en el diseño de su estrategia global, en virtud de que aporta la dimensión regional para la determinación de sus prioridades en el mundo.

El Sistema Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de las Américas cuenta con el apoyo de los centros internacionales del CGIAR, que integran la principal red mundial de investigación agropecuaria. Tres de estos centros están localizados en la Región ALC: el CIMMYT, con sede en México; el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Colombia; y el Centro Internacional de la Papa (CIP), con sede en Perú. Además, la Región recibe el apoyo del resto de la red de centros internacionales para diversas actividades y productos, con sedes en otros países. Entre ellos se encuentran los especializados en temas de políticas como el Instituto Internacional sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), el Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI), Centro Internacional para la Investigación Forestal (CIFOR) y el Centro Internacional para Investigaciones en Agroforestería (ICRAF). Todos ellos desarrollan actividades en ALC y en algunos casos cuentan con oficinas en diversos países de la Región (Recuadro 2.2).

#### **[Insertar Recuadro 2.2]**

En síntesis puede señalarse que el SCCTA en ALC cuenta actualmente con un vasto conjunto de instituciones, programas y otros mecanismos de cooperación, que se fueron creando con el propósito de lograr una adecuada cobertura espacial y temática, aprovechando los aportes potenciales de los actores públicos y privados de distintos ámbitos (local, nacional, regional e internacional) (Figura 2.1).

#### **[Insertar Figura 2.1]**

---

<sup>5</sup> Sus miembros eran en 2000 Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). [www.fontagro.org](http://www.fontagro.org).

<sup>6</sup> El FORAGRO instrumenta planes bianuales a partir de la interacción entre las líneas de acción político-institucionales acordadas y las líneas de acción técnica prioritarias, consistentes en 11 temas relevantes adoptados para la cooperación hemisférica ([www.iicanet.org/foragro](http://www.iicanet.org/foragro)).

Sin embargo, diversos autores indican que la escasa vinculación interinstitucional ha sido una gran debilidad de los sistemas de CCTA en ALC (Níkel, 1989; Eckboir et al., 2003; Parellada y Eckboir, 2003; Piñeiro et al., 2003).

En la **Región amazónica**, la evolución del entramado institucional ha estado sustentada sobre la premisa de integrar dicho espacio, por su importante contribución global, a las respectivas economías nacionales y reforzar la soberanía nacional ante la posible internacionalización de las selvas húmedas tropicales (Becker, 2005; Walschburger 1992:359; Chaves de Brito, 2001). En esta subregión, el problema fundamental se expresa en la falta de capacidad regional en ciencia y tecnología para el sector agrícola y la inexistencia de un cuerpo de investigación autónomo (Aragón, 2005:263; Aragón, 2001:3; Perez-Garcia y Domingue, 2004; Becker, 2005; Sicsú y Lima, 2001:25).

La apertura democrática y posteriormente la económica de finales de los ochentas e inicios de los noventas, ha redefinido y dinamizado las funciones del Estado en un panorama medio ambiental en crisis, que genera nuevas propuestas en el marco del paradigma del desarrollo sostenible. Se resalta la importancia de la Conferencia Mundial de Río de Janeiro en 1992, que logró un despliegue de instancias y cooperación para desarrollar el CCTA desde el ámbito gubernamental y no gubernamental.

En el siglo XXI, aparecen otras dimensiones que han generado una nueva agenda de CCTA para la Región, por ejemplo los programas de cooperación Sur-Sur para el ecodesarrollo y agua en la Amazonia (Aragón, 1998;), el Programa de la Iniciativa de Integración Física Regional Sudamérica (IIRSA), la Iniciativa de conservación de la cuenca amazónica por la Agencia de Cooperación de EE.UU., entre otros.

#### **2.2.4 Limitaciones institucionales y de gestión de los sistemas nacionales de CCTA**

Si bien los sistemas nacionales de CCTA en ALC poseen características muy diferenciadas en cuanto al tamaño, estructura organizacional, efectividad y nivel de apoyo, que dependen de su ambiente institucional, cultural y político, en un estudio realizado por Níkel<sup>7</sup> se identificaron diversos problemas comunes, que afectan a la mayor parte de las instituciones. Entre ellos se destacan la limitada colaboración interinstitucional (Cuadro 2.1a), la escasez y mala asignación de los recursos (Cuadro 2.1b), debilidades organizacionales y de gestión (Cuadro 2.1c) y debilidades laborales (Cuadro 2.1d).

**[Insertar Cuadro 2.1 a,b,c,d]**

Los líderes nacionales de CCTA en ALC han reconocido la existencia de los problemas relatados y se han efectuado varios intentos para corregirlos, a menudo a través de proyectos con financiamiento externo. Así por ejemplo, el ISNAR envió especialistas a varios países para diagnosticar la situación institucional y recomendar las mejoras requeridas en la estructura organizacional y en los procedimientos de administración y gestión. Asimismo, desarrolló herramientas para la administración de la investigación y las puso a disposición de las instituciones a través de publicaciones y programas de entrenamiento. Como resultado, se ha dado una considerable mejoría en la efectividad y eficiencia en algunas instituciones nacionales. Sin embargo, muchos de los problemas mencionados aún persisten, debido a que dichas instituciones continúan operando en un ambiente cultural y político que no es apropiado y conducente para los cambios requeridos.

Para superar esta situación, se han creado varios modelos de instituciones semi-autónomas, bajo la hipótesis de que estarían libres de la influencia política en la selección y contratación de sus recursos humanos, además de tener más flexibilidad para establecer sus propias políticas y normas de administración institucional.

A menudo los cambios institucionales propuestos no pudieron ser implementados o se han implementado de forma parcial. Cuando se exploran con cuidado las razones, se encuentran uno o más de los siguientes factores: a) el Ministro de Agricultura o su equivalente no estuvo dispuesto a ceder el control de la institución de CCTA; b) las nuevas políticas de administración de recursos humanos no fueron muy diferentes a las aplicadas en los departamentos o direcciones de los Ministerios; b) los procedimientos administrativos y los controles financieros continuaron siendo muy complicados.

En relación con las políticas de recursos humanos, los problemas principales no pueden ser atribuidos a la calidad de los investigadores, ya que en numerosas citas están considerados entre los científicos más capaces y productivos, debido a la atmósfera de trabajo y los recursos con que cuentan estos centros. Por otra parte, debe notarse que la simple mejora en escala salarial, para atraer y retener al personal más competente, no aumenta la productividad y calidad de la investigación, si no se establecen simultáneamente procesos selectivos en la contratación del personal y sistemas efectivos de evaluación y estímulos.

A veces los sistemas de administración de personal y de evaluación y premiación tienen defectos, o bien no se aplican adecuadamente. Otras veces, el personal no se siente cómodo,

---

<sup>7</sup> Níkel "El papel de la investigación agrícola" publicado por ISNAR (1996).

con un sistema donde el salario se fija con base en un proceso de evaluación individualizado. En los sistemas gubernamentales tradicionales de administración de recursos humanos, los incrementos de los salarios anuales, las promociones y ascensos se basan principalmente en la antigüedad más que en la productividad. Estos sistemas fueron adoptados para evitar el “favoritismo”, lo cual es importante, pero se han convertido en una modalidad segura y cómoda, a la que la mayoría del personal no está dispuesto a renunciar.

En algunos países esta situación se agrava por la existencia de leyes laborales que hacen prácticamente imposible sancionar o despedir a empleados improductivos. Como consecuencia, el desempeño productivo es raramente valorado y recompensado, mientras que la improductividad es raramente sancionada. Esta es una seria debilidad de los institutos nacionales que, si no se corrige, los condena a la mediocridad.

Adicionalmente, las instituciones de investigación más antiguas en ALC financiadas con fondos públicos como EMBRAPA (Brasil), INTA (Argentina), INIA (Chile) e INIFAP (México) enfrentan un problema de envejecimiento de sus investigadores y personal de apoyo y pocas tienen un programa de renovación o reemplazo programado de sus recursos humanos con derecho a jubilación.

Pocas instituciones de CCTA cuentan con un programa que prevea la formación y actualización de sus cuadros científicos y técnicos, a través de incentivos para atraer jóvenes destacados hacia la investigación de vanguardia en campos novedosos, altamente prometedores como biotecnología, nanotecnología, y mucho menos en otras áreas del conocimiento económico, social, antropológico no tan populares y novedosas, pero de gran valor para explicar y fomentar actitudes y acciones individuales o grupales, a fin de generar e implantar innovaciones conducentes a un desarrollo productivo, sostenible y con equidad.

Los desafíos anteriores justifican la necesidad de una mayor y más efectiva interacción entre las instituciones de investigación y de enseñanza, de educación superior y de postgrado, así como su participación en proyectos de innovación y desarrollo de interés para el país y la sociedad.

En materia administrativa, se observa que los altos directivos de las instituciones de CCTA se sienten más cómodos con los procedimientos burocráticos que con sistemas más flexibles de manejo de los recursos financieros y de compra de insumos. Se requiere de salvaguardas o controles para impedir los abusos, pero son indispensables sistemas de administración y financiamiento más ágiles. Esto es particularmente importante en las instituciones de CCTA, en las que retrasos considerables en la disponibilidad de fondos o en la adquisición de equipos e insumos repercuten negativamente en la efectividad de las investigaciones.

Sin embargo, ya sea por las características de sus leyes de creación o por actos administrativos posteriores del poder central, la mayoría de los INIA han funcionado con las restricciones administrativas y la ingerencia política que caracterizan al sector público en

América Latina (Bisang, 2003). Piñeiro, et al. (2003) señala que un ejemplo de la erosión progresiva de su nivel de autonomía es el INTA. Este Instituto fue creado en Argentina en 1958 y desde su ley de creación, tuvo autarquía financiera y administrativa. Sin embargo, con el correr de los años, el poder político cercenó esta autarquía hasta convertirlo en un organismo con las mismas restricciones de toda la administración central, situación revertida recientemente con la recuperación de su autonomía presupuestaria.

Situación similar ocurrió en México con el INIA, reconocido por su efectividad, eficiencia y productividad. Jurídicamente era un órgano desconcentrado de la administración central; pero ya desde el inicio contaba con un fideicomiso que le permitía el financiamiento ágil y oportuno e independencia operativa. Este fideicomiso le fue cancelado en 1982, como parte de una instrucción gubernamental generalizada de cancelación de fideicomisos públicos. Quedó entonces sujeto a la normatividad de la administración central, no idónea a la función de investigación. Sin embargo, actualmente los centros públicos de investigación, como el INIFAP, cuentan con un fideicomiso, instrumento que coadyuva al financiamiento ágil y oportuno de su actividad de investigación.

Actualmente la eficacia y relevancia de las instituciones de CCTA es cuestionable. La falta de un apoyo político consistente, la consecuente debilidad y aleatoriedad del financiamiento público, el envejecimiento institucional frente a las extraordinarias transformaciones del contexto económico y la creciente complejidad de la ciencia plantean desafíos de evolución y modernización a las instituciones de CCTA de los países de ALC (Piñeiro y Trigo, 1983), incluso de sus procesos de gestión y relación con sus usuarios.

Para ser más eficientes y eficaces, las instituciones de CCTA necesitan de cambios que deben ser aprobados, aplicados y auditados. Se requiere del concurso de una presión política externa para que estos cambios sean aprobados por las autoridades gubernamentales superiores, lo que no es fácil de lograr. Esta presión política puede ser ejercida con mayor naturalidad y eficiencia por la sociedad, a través del control social de los grupos de interés. Ellos, a su vez, vigilan que los cambios aprobados sean aplicados por la institución de CCTA, es decir, que la evolución de los sistemas de CCTA de ALC depende en gran medida de la capacidad de monitoreo de los riesgos y oportunidades que ofrece su contexto externo, así como de su capacidad de comunicación y retroalimentación con sus usuarios.

Este encuadre legal permite desarrollar un estilo de gestión ágil y flexible, el cual es imprescindible para lograr mayor eficacia (nivel y estructura de remuneraciones y promociones del personal científico, agilidad de contrataciones, vinculación y asociación con el sector privado, contrato de *royalties* y/o participación en ingresos derivados de la propiedad intelectual entre otros). Ejemplos de esta tendencia en la Región son, aunque aún en forma incompleta, el INIA en Chile y la CORPOICA en Colombia (Piñeiro et al. 2003). Ante la problemática referida,

en México los legisladores tomaron la iniciativa de crear una figura jurídica *ad hoc* para las instituciones públicas de investigación.

También se detecta en los INIA una tendencia a incorporar a representantes de las principales organizaciones gremiales del sector privado a sus órganos de Gobierno en el ámbito nacional y regional. El INTA de Argentina cuenta con una larga historia en este sentido, ya que la mitad de los miembros de su Consejo Directivo han sido representantes de organizaciones de productores desde su creación en 1956. Entre los ejemplos más interesantes al respecto, se pueden mencionar el INIA de Uruguay, la CORPOICA y el INIFAP en México. Sin embargo, a veces ocurre que la composición y/o la actuación del órgano de Gobierno pueden ser mejoradas. Una experiencia similar es la que señalan Piñeiro et al. (2003) para el caso del INIFAP en México (Ver en el Anexo cuadros 1.1; 1.2; 1.3; 1.4).

### **2.2.5 Evolución del sistema**

Los procesos de generación de conocimientos tecnológicos en ALC tienen raíces precolombinas, con notables contribuciones a lo largo de la historia, por ejemplo en los Andes y la Amazonía<sup>8</sup>.

Hacia fines del siglo XIX y principios del siglo XX, se inició la etapa formal de la investigación agrícola en universidades e instituciones nacionales especializadas, patrocinadas por el Estado. Inicialmente se organizaron en departamentos por ramas del conocimiento, sus investigadores interactuaban poco entre sí y su campo de acción principal era la Estación Experimental.

En la segunda mitad del siglo XX, se incorporó la investigación en fincas, lo que obligó a que algunos investigadores se vincularan directamente con el medio. Del entorno relativamente simple de la estación experimental, se pasó al entorno más complejo y multifactorial de las fincas y los sistemas de producción, con ello se reconoció la necesidad del trabajo multidisciplinario. Al trabajar con “productores cooperantes”, los investigadores asumieron un rol no formal pero altamente efectivo de extensionistas, lo que fue generalmente bien valorado

---

<sup>8</sup> Entre otras innovaciones trascendentes, se han documentado en la civilización Inca los sistemas de drenaje, la construcción de suelos negros o antrosoles y otros hallazgos arqueológicos encontrados en la última década en la Gran Amazonia. La diversidad de recursos genéticos encontrados en Perú es un logro de los grupos aborígenes, que durante un proceso de por menos 10 000 años domesticaron plantas nativas, las seleccionaron y adaptaron a los pisos ecológicos. Con ello y con la domesticación de la fauna, Perú es uno de los mayores centros mundiales de recursos genéticos, con 182 especies de plantas y 5 de animales domesticados.

por los productores. En algunos países de ALC, se ha seguido la estrategia del investigador - extensionista como medio efectivo de transferencia de tecnología<sup>9</sup>.

En muchos países de ALC, los servicios de extensión no estuvieron integrados a los de investigación, sino que la responsabilidad radicaba en otras dependencias de los Ministerios de Agricultura. La cuestión de cómo mejorar la efectividad y eficiencia de los servicios de asistencia técnica y transferencia de tecnología continúa siendo un tema de gran trascendencia y permanente actualidad.

En algunos países de ALC se ha seguido una estrategia participativa entre los productores y el investigador extensionista como medio efectivo de experimentación y transferencia de tecnología (Piñeiro et al. 2003). Estos sistemas participativos han cobrado vigencia no solo en proyectos de transferencia de tecnología y capacitación de los productores de escasos recursos y de la mujer, sino que están siendo utilizados para el mejoramiento genético de plantas, así como en la caracterización y manejo de recursos naturales, entre otras finalidades (Araya y Hernández, 2006).

Un objetivo de los programas de investigación participativa es aprovechar el conocimiento de los productores, lo que implica identificar claramente sus necesidades, sus preferencias y sus razones. Si bien la sociedad por lo general reconoce el rol de los productores en el manejo y el mejoramiento del germoplasma, aún existe poco acuerdo sobre la manera de valorar el papel y las contribuciones de las comunidades de productores por parte del sistema formal de mejoramiento genético. Esto sucede en los sistemas tradicional/ indígena y agroecológicos, pero la situación es diferente para los sistemas agrícolas convencionales.

En las últimas dos décadas, en algunos países de ALC se registró una tendencia a aprovechar de forma integral las instituciones de investigación existentes, en su mayoría patrocinadas por el Estado. Se les consideró integrantes de un sistema de investigación y transferencia de tecnología agrícola (SNITTA), cuyo desafío es fomentar una sinergia de “trabajo en red”, basada en la complementariedad interinstitucional.

El diseño, materialización y operación de SCCTA más eficientes y efectivos es un proceso que se encuentra en diferentes etapas en los países de ALC, que van desde el discurso retórico hasta intentos de responder a demandas específicas de la sociedad. Con frecuencia, en el discurso institucional se dice que las instituciones han evolucionado de un “modelo de oferta” a un “modelo de demanda”. Sin embargo, debe notarse que la debilidad de los sistemas de

---

<sup>9</sup> Así por ejemplo, en México el INIFAP creó la figura de los “grupos de ganaderos para la validación y la transferencia de la tecnología” con resultados promisorios (Piñeiro et al., 2003). El “productor experimentador”, también diseñado por el INIFAP, es la figura equivalente en el sector agrícola. En ambos, la población objetivo fueron los pequeños productores ganaderos y agrícolas.

CCTA en la mayor parte de los países de ALC ha limitado la capacidad de vinculación interinstitucional, lo que se refleja en un reducido número de proyectos colaborativos.

En la actualidad, se percibe una corriente de pensamiento y acción que postula que el desafío mayor es la evolución del SCCTA actuales a sistemas de innovación y desarrollo participativo, específicos por cadena productiva o rubro. Otra visión más amplia e incluyente, es la de sistemas de innovación y desarrollo participativo por “cuenca hidrológica”, que es el espacio natural o territorio donde se desarrollan una o más “cadenas productivas” con sus interacciones entre sí y con el entorno.

Esta evolución ha planteado nuevas exigencias en relación con actitudes y los procesos de comprensión y comunicación, para facilitar y asegurar el diálogo y la vinculación entre quienes generan los conocimientos e innovaciones tecnológicas y los responsables de los otros eslabones o factores indispensables para el desarrollo, productividad y competitividad de la “cadena productiva” o de la “cuenca”, como la organización de los proveedores, los productores, la comercialización, el financiamiento, la infraestructura, las instituciones y políticas públicas, los mecanismos de información y comunicación orientados a potenciar el desarrollo participativo, entre otros<sup>10</sup>.

También se ha detectado la necesidad de mejorar la eficacia y eficiencia de las universidades, instituciones de investigación, desarrollo, y transferencia de tecnología existentes, lo cual exige crear mecanismos de interacción formal e informal, incluso por medio de contratos de servicios, entre estas instituciones y los usuarios del sector privado. En este sentido, se han organizado programas y mecanismos especiales para facilitar la vinculación de la investigación agropecuaria con los productores<sup>11</sup>.

Por otra parte, desde hace varias décadas la iniciativa privada se ha incorporado activamente en el SCCTA y ha ido adquiriendo una función cada vez más importante en el desarrollo de algunas innovaciones (genéticas, mecanización, agroquímicos, etc.) y en su difusión a los

---

<sup>10</sup> Un sistema de innovación participativo en apoyo a la productividad y al desarrollo sostenible implica compartir ex ante expectativas y visiones entre los integrantes del sistema y los usuarios finales de los productos y servicios por desarrollar. Los integrantes del sistema de innovación necesitan tener una visión integral sobre los cambios que se requieren para el desarrollo, ya que a veces la tecnología existe, pero su utilización requiere de innovaciones organizacionales (por ejemplo la organización de los productores para la comercialización de los productos o el acopio de insumos).

<sup>11</sup> Entre otros, se puede mencionar que el INTA de Argentina ha puesto en marcha un extenso programa de vinculación técnica; el EMBRAPA de Brasil y el INIA de Chile han establecido programas especiales en sus centros regionales; el INIFAP de México ha creado varios programas, por ejemplo, los “grupos ganaderos de validación y transferencia de tecnología”; “el productor experimentador”, los grupos MOCAT<sup>11</sup>. La sociedad civil, por su parte, ha creado los Patronatos de apoyo a la investigación agrícola y ganadera, y las Fundaciones Produce. En Bolivia, el SIBTA ha avanzado hacia un modelo en el que buena parte de los desarrollos tecnológicos es realizada por fundaciones privadas que reciben el apoyo presupuestario del Estado.

productores mediante la venta de insumos y servicios. Ante esta situación los organismos públicos de investigación se encuentran en la disyuntiva de competir con las empresas privadas, retirarse y/o concentrar su trabajo en el desarrollo de otras innovaciones, o bien desarrollar una estrategia conjunta. Es decir, las instituciones públicas de CCTA tienen el desafío y la oportunidad de asociación con las instituciones privadas de CCTA en proyectos de interés mutuo. Esta decisión tiene un trasfondo estratégico político que debe ser considerado; además, implica poner a prueba la visión y disposición gubernamental para generar nuevas reglas de juego o normas para la relación público-privado, orientadas a cuidar los intereses de la sociedad.

Otro de los grandes desafíos que enfrentan actualmente las instituciones de CCTA de ALC es el de aprovechar el enorme potencial de nuevos campos del conocimiento, como la biotecnología, la nanotecnología y las ciencias de información, que se están incorporando con diversos grados de velocidad en algunos países de la Región<sup>12</sup>.

Si bien estos desarrollos pueden constituir alternativas muy interesantes en muchos temas relacionados con el bienestar y la calidad de vida del género humano, el monto de las inversiones requeridas, así como las patentes y los derechos de autor, se pueden convertir en obstáculos insalvables para aprovechar su potencial en beneficio de los pobres de ALC. Por ello, uno de los desafíos mayores para los países pequeños y aun para los medianos de ALC, es el financiamiento, lo que obliga a revisar, actualizar y reforzar los mecanismos y procesos de cooperación regional. Estos nuevos desarrollos están siendo utilizados por la industria y el sector de servicios, en los segmentos donde existe capacidad de compra de los usuarios y donde los intereses de los inversionistas son protegidos por los derechos de propiedad intelectual y las patentes.

Los Cuadro 2.2 y 2.3, resumen los factores que condicionan el potencial del CCTA para desarrollar sistemas más productivos, sostenibles y equitativos y los impactos más importantes del CCTA en América Latina.

**[Insertar Cuadro 2.2]**

**[Insertar Cuadro 2.3]**

---

<sup>12</sup> Por ejemplo, la biotecnología ofrece enormes potencialidades que no se circunscriben al mejoramiento genético. A partir de ella aparecen también oportunidades para mejoramiento de prácticas agronómicas, como el manejo integrado de plagas y enfermedades, el manejo integrado de agro-ecosistemas, que incluye prácticas de conocimiento y manejo de microorganismos edáficos, los diferentes tipos de compost, los abonos verdes, las forrajeras, los cultivos múltiples, los biopreparados, caldos microbianos de rizosfera, los microorganismos eficientes, las bacterias promotoras del crecimiento en plantas y la resistencia sistémica inducida. Ellos son solo algunos ejemplos que amplían el panorama de la biotecnología y que debieran ser igualmente considerados en las políticas de financiación estatal (León et al., 2004).

### **2.2.6 Interacciones entre las organizaciones y redes de conocimiento**

A comienzos de la década de los cincuentas, las organizaciones nacionales de investigación formal transferían sus propuestas tecnológicas por medio de servicios de extensión públicos y por agentes privados, con grados de éxito variables entre distintos rubros, tipos de productores y zonas agroecológicas. En esta etapa, la interacción entre el sistema de conocimiento científico-técnico y los sistemas de conocimiento tecnológico locales tendió a ser unidireccional y con frecuencia condujo a la desvalorización de estos últimos.

A partir de los años ochenta, aproximadamente, según los casos, se replantean las relaciones entre las organizaciones y las redes de conocimiento, tanto por la necesidad de dar respuestas ágiles e innovadoras a las cambiantes condiciones del entorno, como por la redefinición del papel de los actores públicos y privados en la investigación agronómica y en la innovación tecnológica.

Si bien se han registrado variaciones importantes en este proceso en distintos países, es posible identificar ciertas transformaciones especialmente importantes en el último cuarto de siglo:

En muchos países perdió importancia relativa la inversión estatal en investigación agronómica, aunque prosiguió en las universidades, cada vez más con el apoyo de recursos del sector productivo.

- Los servicios de extensión redefinieron su papel por razones presupuestarias y por el replanteamiento del papel del Estado en lo referente a la agricultura, de modo que algunas de sus labores tendieron a privatizarse y diversos tipos de asociaciones y organizaciones de la sociedad civil intervinieron más activamente en la prestación de apoyo técnico.
- En general se incrementó la relevancia de actores privados o no gubernamentales en la generación, validación y transferencia de tecnología agropecuaria, tanto por iniciativa de empresas agroindustriales y proveedoras de semillas e insumos, como por un mayor protagonismo de ONG locales e internacionales y de las propias asociaciones de productores.

Hubo una revaloración del conocimiento de los propios productores acerca de los agroecosistemas y de los sistemas de producción mejor adaptados localmente, lo cual se entroncó con el desarrollo de estudios agroecológicos que abordaron más integralmente su complejidad, desde una perspectiva científica.

Mejóro la comprensión de las interfases entre los sistemas locales de conocimiento tecnológico y el sistema científico-técnico; se desarrollaron experiencias de colaboración o experimentación conjunta; y se empezaron a estudiar las interacciones tanto constructivas como negativas entre redes formales e informales de circulación del conocimiento agropecuario.

Las redes de investigación formal comenzaron a trascender el plano nacional, mediante esfuerzos mancomunados en el plano internacional, aunque todavía de manera incipiente.

La evolución de estas interacciones difiere, sobre todo, entre los países relativamente pequeños y aquéllos donde la amplitud del propio sector agropecuario y la inversión tanto pública como privada han permitido desarrollar instituciones con recursos humanos y financieros mucho más significativos, cuyo trabajo se desarrolla a mayor escala y con proyecciones de más largo plazo. Tal es el caso principalmente de Brasil, Argentina, México, Colombia y Venezuela.

En Centroamérica, las dificultades económicas y políticas de los años ochenta, junto con el ajuste estructural y la reforma del Estado, condujeron al debilitamiento de las instituciones estatales de investigación agronómica, como también de sus vínculos con las organizaciones internacionales y con las universidades locales, donde se siguió realizando buena parte de los estudios agrícolas y pecuarios formales. Algunos centros de formación de pre- o post-grado con proyección internacional impulsaron esfuerzos de investigación concertados y permitieron enlazar a investigadores dentro y fuera del respectivo país. Como ejemplo de ello se puede citar el CATIE, la Escuela Agrícola Panamericana en Zamorano en Honduras y la Escuela Agrícola de la Región del Trópico Húmedo (EARTH).

Paralelamente, el movimiento *Campesino a Campesino* y otras experiencias análogas, apoyadas por organizaciones de productores y por agencias de cooperación no gubernamentales, revaloraron las experiencias campesinas, replantearon la relación entre técnicos o científicos y agricultores, e impulsaron propuestas tecnológicas alternativas en busca de una mayor sostenibilidad agroecológica y social.

Asimismo, a partir de los años noventa comenzaron a replantearse las relaciones entre actores públicos y privados en la producción e intercambio de conocimientos tecnológicos, y se han explorado formas de investigación y extensión más participativas, definición de agendas mediante consultas y negociaciones, ensayo de distintas modalidades de participación de los productores y sus organizaciones en las diferentes fases del proceso de investigación, como también en la evaluación y difusión de los resultados. Al respecto hay valoraciones diversas y posiciones discrepantes y solamente se han dado los primeros pasos, pero resulta claro que se requiere de mecanismos de concertación público-privada de la investigación agrícola y pecuaria, los cuales pueden tomar formas variadas y seguir vías disímiles.

### **2.2.7 Percepción de la sociedad acerca de los CCTA**

Se puede definir a la *percepción pública de la ciencia y tecnología* como el conjunto de factores que tienen que ver con el entendimiento, el conocimiento y la actitud que posee el público en general hacia las actividades científicas y tecnológicas (Albornoz et al., 2003).

Es destacable la percepción positiva por parte de la sociedad hacia la ciencia en general y la tecnología en particular, aspecto que guarda relación con las nociones de modernidad que

caracterizaron a las últimas décadas. No obstante, también existen valoraciones negativas, que suelen estar asociadas a la percepción de la crisis ambiental y social (Casanovas, 2006; Albornoz et al., 2003; Piñeiro et al., 2003).

La falta de respuesta a los problemas ambientales asociados a los sistemas de producción agropecuaria –como la contaminación de agua y suelos con agroquímicos, la contaminación de comida con agroquímicos, la pérdida de biodiversidad y la tala de bosques para la ampliación de la frontera agrícola– ha generado muchas veces posturas deterministas en ciertos sectores de la sociedad, especialmente por parte de los movimientos sociales y ONG relacionadas con los sectores rurales. Gran parte de los debates que se generan en torno a estos temas carecen de información o ésta es incompleta o sesgada, a pesar de que en estas situaciones es esencial contar con un adecuado uso de los medios de comunicación (Albornoz et al. 2003).

Se percibe la necesidad de una mayor participación de la sociedad en el “control social” de las instituciones de CCTA, tanto en su agenda de trabajo como en su desempeño. Esto también es importante para brindar apoyo moral y político a través de una “presión política externa positiva” sobre las instituciones de CCTA y sobre el propio Gobierno (Polino et al, 2003 SENCYT, 1997) (Recuadro 2.3).

### **[Insertar Recuadro 2.3]**

## **2.3 Enfoque, Agenda y Procesos de Investigación**

### **2.3.1 La agenda de CCTA**

La agenda de CCTA en ALC a partir de 1945 tuvo una fuerte orientación biológica y su dinámica ha estado direccionada en función de las premisas de sustitución de importaciones y modernización que privilegiaban las economías de escala (Méndez, 2006:74; Ballarin, 2002:107; Kalmanovitz y López, 2006:112; Dixon y Gibbob, 2001).

Actualmente la agenda y los procesos de generación de conocimientos e innovaciones tecnológicas en las instituciones de CCTA en ALC se han tornado más diversos y complejos, ya que hoy se espera que las instituciones de CCTA aborden temáticas relacionadas con todos los eslabones de la cadena agropecuaria.

En los países las instituciones de CCTA enfrentan crecientes desafíos para atender un conjunto de agendas de investigación de diferente naturaleza orientadas a generar:

Innovaciones tecnológicas para sistemas de producción específicos de interés estratégico para un país y/o cuenca.

Innovaciones para explorar y fomentar la producción de nuevos productos agrícolas de alto valor para la exportación.

Innovaciones tecnológicas orientadas a beneficiar a los pobres y diseñadas conforme a sus necesidades.

El diseño, aplicación y financiamiento de algunas de estas agendas han sido y serán responsabilidad del Estado, debido a que su objetivo es generar bienes públicos para la sociedad en su conjunto, principalmente para los más necesitados.

Por sus implicaciones, otros temas de la agenda como el apoyo a nuevos productos agrícolas de alto valor para la exportación, deberán ser financiados mayormente por el sector privado, aun cuando no se debe descartar el apoyo gubernamental, dado el interés de los países por mejorar su balanza comercial.

Temas diversos como aprovechamiento post-cosecha, inocuidad alimentaria, nutraceuticos, productos orgánicos, entre otros, forman parte de las nuevas y crecientes demandas de la sociedad, por lo cual se dice que actualmente la agenda de CCTA está definida “más por los consumidores que por los productores”.

Lo anterior, junto con la creciente conciencia ambiental y ecológica, hace que algunos sectores de la sociedad tengan la expectativa de que las instituciones de CCTA sean capaces de atender y compatibilizar objetivos aparentemente en conflicto como la productividad y la sostenibilidad ambiental (Moncada y Muñoz, 1999).

Asimismo los países enfrentan el desafío de atender agendas regionales de CCTA (Centroamérica, Amazonia, Caribe, Cono Sur, Zona Andina) orientadas a generar conocimientos e innovaciones tecnológicas que sean bienes públicos regionales relevantes de aplicación local en temas como:

Cambio climático

Enfermedades

Biodiversidad

Disponibilidad y calidad de agua

Deterioro de la tierra

Manejo de residuos orgánicos persistentes

Contaminación del aire

Dado que las instituciones gubernamentales tienen poca capacidad individual de atender demandas tan diversas, han surgido otras instituciones que se especializan en ciertos temas como el aprovechamiento postcosecha, calidad e inocuidad, y en ciertos campos de vanguardia promisorios como biotecnología, ingeniería genética y otros.

Recientemente comienzan a surgir instituciones en un campo científico de vanguardia, como es el de la nanotecnología<sup>13</sup>. En lo que puede considerarse una acción preventiva sin precedente, los gobiernos, la industria y las organizaciones de investigación alrededor del mundo han empezado a estudiar la forma de aprovechar los beneficios emergentes de la nanotecnología y minimizar sus riesgos potenciales. Sin embargo, a pesar de un compromiso claro para apoyar la investigación sobre los riesgos, se han desaprovechado oportunidades para establecer programas de colaboración para la investigación.

Una pregunta obligada sería ¿quién financiaría proyectos de investigación para utilizar el potencial de la nanotecnología en temas de interés para los pobres como salud, nutrición, energía?

La pobreza y/o la reducción de sus consecuencias negativas para los pobres ha sido un enfoque secundario de la agenda de CCTA en ALC. El enfoque primario fue incrementar la productividad para aumentar la disponibilidad de alimentos y reducir sus precios. La posibilidad de una agenda de investigación orientada a favor de los pobres ha sido discutida por Hazell y Haddad (2001). Más recientemente en 2005, el Internacional Food Policy Research Institute organizó un encuentro para explorar temas en relación con la pobreza que pudieran ser de interés para un financiamiento público-privado de proyectos de investigación a favor de los pobres.

Se destacan varias iniciativas de investigación que guardan relación con los grupos sociales más pobres (ver Recuadro 2.4). Como ejemplo, también se menciona la promoción que realizó el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con sede en México para el uso de maíces QPM (Quality Protein Maize) en varios países de Centroamérica y Suramérica. También se menciona al INIFAP en México, que adaptó el material genético del CIMMYT a zonas de alta concentración de pobreza en los estados de Oaxaca y Guerrero, entre otros. En combinación con el Instituto Nacional de la Nutrición, el INIFAP ya ha generado evidencia estadística sobre el efecto positivo de este tipo de maíces en la nutrición de niños y niñas indígenas de Oaxaca.

**[Insertar Recuadro 2.4]**

### **2.3.2 Clientes del CCTA**

Los diferentes segmentos socioeconómicos determinan múltiples focos de investigación en relación con sus propias necesidades y aspiraciones. Se han desarrollado investigaciones que

---

13 Nanotecnología: Capacidad de ver y manipular estructuras microscópicamente pequeñas, incluso átomos y moléculas, y utilizarlas para construir una nueva generación de materiales y sustancias útiles para el ser humano.

evalúan la importancia de diferentes segmentos económicos y sociales como público objetivo o beneficiario de la investigación agropecuaria para el sector público de IyD.

Castro et al. (2005) analizaron la situación en seis países latinoamericanos (Brasil, Cuba, México, Panamá, Venezuela y Perú) y determinaron que convergen las opiniones de investigadores de la Región sobre la baja importancia relativa de segmentos sociales como productores de subsistencia y pequeños productores familiares, respecto de los medianos y grandes productores. Su trabajo presentó un enfoque parcial, ya que solo fueron consultados investigadores, por lo cual no refleja los puntos de vista de otros sectores de la sociedad.

Por su parte, el trabajo de Trigo y Kaimowitz (1994) realizado para ALC coincide en que la mayor parte de los beneficios derivados de la investigación agropecuaria realizada por los INIA fueron encauzados hacia los agricultores más grandes, orientados al mercado y ubicados en zonas ecológicas favorables (Schuh, 1992; De Janvry, 1991, en Trigo y Kaimowitz, 1994).

Tal visión implica organizar la investigación agrícola y vincularla más al desarrollo económico y al agronegocio y menos al desarrollo social de segmentos desfavorecidos, como la agricultura de subsistencia y comunidades indígenas en agro-ecosistemas (Castro et al., 2005; Santamaría et al., 2005; Trigo y Kaimowitz, 1994).

En el estudio de Castro et al. (2005) también se determinó que el segmento ONG fue considerado de poca importancia como clientes de la investigación agrícola en Venezuela y en Perú; de importancia mediana en Panamá, México y Brasil; y de importancia alta para Cuba. Por otro lado, Trigo y Kaimowitz (1994) remarcan la importancia de las ONG en relación con el desarrollo de tecnologías sostenibles, dado que su desarrollo requiere del relevamiento de las demandas locales que son difíciles de identificar a través del enfoque tradicional de transferencia tecnológica.

Esto implica la necesidad de descentralización de las actividades de investigación a través de la capacitación de ONG locales, agencias de extensión y agricultores para realizar investigación adaptativa simple (Chambers et al., 1989, en Trigo y Kaimowitz, 1994).

Se indican también nuevos clientes prioritarios, como formuladores de políticas públicas y la agroindustria. Esa visión de los expertos involucra los avances recientes en el concepto sobre la investigación agrícola como una función de alcance e impacto en toda la sociedad (en ese caso representada por los consumidores) y no solamente orientada hacia los productores rurales.

La mayor importancia de la agroindustria como cliente sugiere una visión de la investigación agrícola vinculada a las cadenas productivas, el desarrollo de tecnología de procesos capaces de agregar valor a la producción agrícola primaria y competitividad de esas cadenas. Esta visión es más reciente en la Región y reemplaza la visión de una investigación agrícola solamente vinculada a la producción primaria, vigente hasta los años ochentas. La tendencia

de la demanda requiere de una mayor especialización, mayores requerimientos de productos tecnológicos para una tipología más amplia de productores (Castro et al., 2005; Trigo y Kaimowitz, 1994; Lindarte, 1990).

Por último, la visión emergente (en los años noventas) que atribuye mayor importancia a clientes como los formuladores de políticas, proveedores de insumos y comerciantes mayoristas y minoristas, requiere organizar la investigación con mayor influencia política y en busca de aliados para enfrentar la escasez de recursos financieros (Castro et al., 2005; Trigo y Kaimowitz, 1994; Cetrángolo, 1996).

En el Cuadro 2.4 se presenta de forma resumida la evolución de la agenda de CCTA en América Latina y el Caribe en los últimos 50 años.

#### **[Insertar Cuadro 2.4]**

En relación con el enfoque de la investigación para cada segmento socioeconómico, históricamente las organizaciones de investigación agrícola han presentado dificultades en la determinación del foco de investigación por involucrar muchas y complejas dimensiones, incluso la política, científica, tecnológica, ambiental, económica y gerencial. Además, se ha realizado utilizando el avance científico, que es desigual en la Región (Castro et al., 2005).

Con excepción del conocimiento de las demandas de medianos y grandes productores, en los demás segmentos –como productores de subsistencia, comunidades indígenas y pequeños productores familiares vinculados a cadenas productivas– las demandas son poco conocidas y valoradas por las organizaciones de investigación.

#### **2.3.3 Tipos de investigación**

La actividad de la investigación puede ser orientada a diferentes propósitos. Esos propósitos comúnmente están relacionados con los diferentes tipos de investigación: básica, aplicada, adaptativa y estratégica.

Estudios que evalúan el esfuerzo actual realizado por el sector público y en el sector privado de investigación agrícola en ALC para cada tipo de investigación indican una fuerte orientación de esas organizaciones hacia la investigación aplicada, seguida de la investigación adaptativa. La investigación estratégica es a la que se da menor importancia en la actualidad, pero se espera que aumente en el futuro, así como la investigación básica.

Durante la década de los cincuentas, el enfoque dominante era el adaptativo, basado en la creencia por parte de los formuladores de políticas de que existía suficiente tecnología para la modernización de la agricultura. Este hecho planteó la necesidad de establecer sistemas de extensión agrícola en casi todos los países de América Latina (Rice, 1971, en Trigo y Kaimowitz, 1994).

El enfoque del sector privado estuvo limitado a suplir las semillas y agroquímicos. La industria de procesamiento de alimentos se encontraba aún en sus primeras etapas, fuertemente dependiente del apoyo del sector público. Excepto en el caso de unos pocos productos de exportación, la investigación privada era virtualmente inexistente (Malan, 1984; Moura, 1990)

El análisis histórico indica una disminución gradual del esfuerzo de investigación aplicada y adaptativa por el sector público, a favor del aumento del esfuerzo en investigación básica y estratégica (Castro et al., 2005).

El desarrollo de biotecnologías ha provocado un cambio de enfoque hacia la investigación básica, lo cual se observa por la importancia que cobró el trabajo en laboratorio frente al trabajo de campo. También se asigna un creciente valor a las instituciones de investigación relacionadas con la ciencia básica. Por otra parte, Trigo y Kaimowitz (1994) remarcan como hecho significativo la restricción en el flujo libre de información, con mayor exclusión de los resultados de investigación del dominio público, dado el incremento de su valor comercial.

El sector privado muestra una activa participación en la creación de biotecnologías. Su interés se incrementó a partir de la desregulación y la apertura económica, los procesos de integración económica regional y el creciente reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual de material genético y otros insumos agrícolas (Piñeiro y Trigo, 1983; Trigo y Kaimowitz, 1994). Este hecho tendrá implicaciones en la Región, relacionadas con una alta difusión de las nuevas biotecnologías, el incremento de los mecanismos de protección intelectual y el apoyo a las industrias regionales, como también en la interacción entre las diferentes instituciones públicas de investigación.

En cuanto a las iniciativas de investigación estratégica, según Trigo y Kaimowitz (1994) aquellas que no cuentan con una aplicación comercial de corto plazo requerirán de la participación directa del sector público. Ahora bien, según el trabajo de Castro et al. (2005), actualmente las evaluaciones sobre investigación estratégica solo representan aproximadamente 10% de las investigaciones públicas en seis de los países analizados.

#### **2.3.4 Procesos de investigación priorizados**

En Castro et al. (2005) se señala un alto valor histórico del enfoque de investigación hacia factores de eficiencia productiva y bajo dominio para enfoques de investigación más orientados a temas científicos y de otras dimensiones sociales y ambientales. Esto indica que la investigación agrícola se encuentra en una encrucijada, donde los caminos seguros de la búsqueda de eficiencia productiva, que mantuvieron la actividad en los últimos 50 años, se agotan. Sin embargo, los nuevos caminos aún no se conocen y no hay suficiente capacidad en las organizaciones para enfrentarlos.

Para captar las demandas de tecnología de los usuarios y definir así sus prioridades de investigación, los institutos nacionales han adoptado diversas medidas, entre las que se pueden destacar la descentralización y regionalización de sus actividades. Para ello han

aprovechado las estaciones experimentales que tienen en distintas zonas de cada país, las cuales tienden a especializarse en determinados rubros según las características de la zona. (Piñeiro et al, 2003)

Adicionalmente se indica (Castro et al., 2005) que para la selección de líneas de investigación prioritarias se requiere:

a) Un mecanismo institucional de planificación estratégica que permita desarrollar un pensamiento prospectivo sobre las necesidades de largo plazo que sirva de marco y alimente las discusiones de los propios científicos sobre la importancia relativa y las probabilidades de éxito, de distintas líneas de investigación;

b) Mecanismos institucionales que permitan la correcta articulación con los usuarios de la tecnología y que estos ejerciten el necesario control social sobre las decisiones de prioridad y asignación de recursos.

c) Una estructura de financiamiento que contribuya a articular las necesidades detectadas con las iniciativas de investigación.

Sin embargo, la aplicación de este tipo de mecanismos por los institutos nacionales de CCTA está en proceso de implementación con mayor o menor intensidad y celeridad (Castro et al., 2005).

### **2.3.5 Seguimiento y evaluación del desempeño institucional en CCTA**

El seguimiento y la evaluación del desempeño institucional no han recibido la atención adecuada en la mayoría de las instituciones de CCTA de ALC. En general, es un hecho aislado y poco utilizado para mejorar el desempeño organizacional, debido, entre otras causas, a la falta de información adecuada para la identificación de problemas estructurales, organizacionales o de administración y manejo.

La evaluación de los resultados logrados por las instituciones de CCTA, en su conjunto y no por proyectos específicos, se inició entre los años ochentas y noventas. Sin embargo, aún no se ha encarado con el dinamismo, la energía y la profundidad necesaria, con el fin de lograr una mejor aplicación de los recursos y la planificación y eficiencia general de estos organismos.

La complejidad y dimensión institucional que caracteriza a los INIA ha generado organizaciones verticales con muchos niveles jerárquicos y un estilo de gestión burocratizado, debido a que fueron creados para responder a los problemas de todas las regiones del país. Esto produjo organismos muy complejos tanto desde el punto de vista organizativo como de la cantidad, variedad y heterogeneidad de los temas por investigar (Piñeiro, 2003).

La literatura reciente ha enfatizado la importancia de que los organismos de investigación adopten estilos de gestión descentralizadas con una estructura organizacional de carácter horizontal, en la cual la discusión y el consenso entre pares sea la norma dominante. Para lograr este tipo de estructura organizacional y estilo de gestión, se han seguido dos caminos

complementarios (Piñeiro, 2003). El primero es buscar una estructura organizacional altamente descentralizada donde las distintas unidades gocen de una gran autonomía operativa, modelo ilustrado por las universidades americanas. El segundo es la creación de organismos relativamente pequeños con mandatos específicos muy focalizados en regiones, productos o temas científicos, representados por las reformas que se efectuaron en Inglaterra, Australia y Nueva Zelanda.

El desafío que enfrentan las instituciones de CCTA en ALC en la actualidad es: a) identificar y medir la producción generada; resaltando la productividad en términos de productos y servicios para sus usuarios; b) resolver problemas y restricciones cruciales de administración y manejo; c) Crear consensos y sensación de pertenencia; d) Mejorar la transparencia interna y externa; e) Fortalecer el conocimiento respecto de las fortalezas, debilidades y restricciones de la institución. (Peterson et al.2003).

Las instituciones de CCTA de ALC pueden mejorar su desempeño evaluando periódica y críticamente la pertinencia y la calidad de la investigación, mediante el sistema de evaluación “por pares” aceptado por la comunidad científica internacional. Resulta conveniente utilizar la concepción moderna y práctica de que “la evaluación ha evolucionado desde un enfoque de encontrar debilidades y culpables, a un enfoque donde la evaluación está al servicio de los usuarios con énfasis en el aprendizaje para la mejora del desempeño organizacional e institucional” (McKay y Horton, 2003).

### **2.3.6 Conocimiento, ciencia y tecnología desde la perspectiva agroecológica**

Desde los años setentas, se han desarrollado modelos productivos alternativos con el objetivo de reducir el uso de plaguicidas en las producciones agropecuarias. Ello dio origen a diversas prácticas, entre ellas el manejo integral de plagas (MIP), manejo integral de cultivos (MIC) y manejo agroecológico de plagas (MAP) (Burley y Speedy, FAO 1998).

Al inicio de la década de los ochentas, comenzó el desarrollo de una alternativa agroecológica al sistema de agricultura comercial. Dicha alternativa se basa en el manejo de las producciones agropecuarias desde una perspectiva sistémica, donde se identifican las dimensiones ecológica, social, económica, cultural y geopolítica en relación con el manejo y uso de los recursos naturales, y revaluando el intercambio entre los saberes locales y el científico (Bernal, 2006; Sevilla y González, 1995:33; Sevilla y Woodgate, 2002:88). También han surgido otros enfoques de manejo sostenible como la agroforestería, el manejo integrado de suelos y de cuencas.

El enfoque agroecológico ha sido adoptado por organizaciones de productores, instituciones públicas de investigación, universidades y organizaciones no gubernamentales. Entre los más destacados se pueden mencionar el Consorcio Latinoamericano para la Agroecología y el Desarrollo (CLADES) de Chile, la Maestría en Agricultura Ecológica del CATIE de Costa Rica, la Maestría en Agroecología de la Universidad de Caldas. Entre las OGN se destacan la Red

de Agricultura Ecológica y el Movimiento Agroecológico para América Latina y el Caribe (MAELA), movimiento abierto, plural y diverso en experiencias de desarrollo, investigación, formación y promoción, que congrega a más de 65 instituciones.

## **2.4 Recursos Financieros y Gestión del SCCTA**

### **2.4.1 Evolución e impacto de las inversiones en CCTA**

En América Latina la inversión total en investigación y desarrollo agrícola en el año 2000 fue de 2.6 millones de dólares, de los cuales 2,5 millones (o 95,2%) fueron inversiones públicas (Pardey y Beintema, 2006). La mayor parte de los estudios realizados en la Región, así como en otras áreas, muestran que las tasas de retorno de las inversiones en investigación y desarrollo agrícola son sumamente elevadas (Alston et al., 2000; Ávila et al., 2002, Días Ávila, 2006) (Cuadro 2.5).

#### **[Insertar Cuadro 2.5]**

A pesar de lo señalado, a partir de mediados de los años ochentas y especialmente durante los años noventas, las inversiones públicas en investigación y desarrollo agrícola se redujeron como consecuencia de los problemas fiscales y de deuda pública, por los cuales la mayor parte de los países de la Región instrumentaron profundas reformas en las políticas macroeconómicas, comerciales, sectoriales y de inversión pública en general, tendientes a limitar la intervención del Estado y a reducir el gasto y el déficit público. Estas políticas limitaron y encarecieron el crédito agropecuario y restringieron los presupuestos destinados a las inversiones en infraestructura rural, así como los correspondientes a la investigación y la extensión agrícola y a otros servicios y programas de apoyo al desarrollo rural<sup>14</sup>.

Este contexto de políticas macroeconómicas y sectoriales menos propicias se reflejó en menores tasas de crecimiento de la producción agropecuaria de los países de la Región, tanto en la superficie cultivada como en la productividad media por hectárea, para el período 1982-2001 frente a los registrados para el período 1962-1981 (Días Ávila., 2006) (Cuadro 2.6).

#### **[Insertar Cuadro 2.6]**

Como señalan los autores, el crecimiento promedio de la producción de los principales productos agropecuarios declinó del 3,05% anual en los años sesentas y setentas a 1,98% en los últimos dos decenios. No obstante, se observan diferencias significativas en la evolución de las diferentes subregiones de ALC. En los países andinos, Centroamérica y el Caribe

---

<sup>14</sup> Estos cambios en las políticas de apoyo a la agricultura en ALC coinciden, además, con el inicio de la revisión de las políticas de subsidios y autosuficiencia alimentaria en países industrializados, especialmente la política agrícola común.

declinaron las tasas de crecimiento. En cambio, se observaron incrementos en los países del Cono Sur, influenciados principalmente por los aumentos en la productividad de la tierra, tanto para los cultivos como para la ganadería.

Por otra parte, las restricciones en los presupuestos públicos para el CCTA registradas en las últimas décadas se han dado precisamente cuando los productores agropecuarios de ALC se enfrentan con necesidades crecientes de mejorar su productividad para poder competir en el ámbito internacional en un marco de políticas de liberalización comercial. Esto es consecuencia de las reformas unilaterales instrumentadas por los países de la Región, las negociaciones comerciales multilaterales en el GATT y la OMC, las diferentes alternativas de integración subregional (CARICOM, CAN, MERCOSUR, NAFTA) y a los crecientes acuerdos bilaterales celebrados por algunos de los países, especialmente México y Chile.

Asimismo, debe notarse que la reducción en las inversiones públicas en CCTA de ALC se ha dado en circunstancias donde también se plantean nuevas exigencias asociadas a otros aspectos relevantes para el desarrollo rural, los cuales tradicionalmente han recibido poca prioridad en las agendas de las instituciones de la Región.

Entre ellos se destacan: a) la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente; b) la conservación y uso de los recursos genéticos y de la biodiversidad; c) el desarrollo de los recursos humanos y del capital social, como instrumentos estratégicos para la competitividad y el progreso; d) el empoderamiento de la sociedad civil; e) una atención adecuada a los aspectos relacionados con género y las etnias; f) la incorporación de nuevas tecnologías de punta, que implican modificaciones sustantivas en la estructura y organización institucional, tales como la biotecnología, la ingeniería genética, la nanotecnología, las telecomunicaciones y la informática, entre otras; g) la aparición de nuevos temas que pueden tener impactos notables en la producción y en la demanda futura de alimentos, como es el caso de los biocombustibles; h) demandas vinculadas con la diferenciación y el valor agregado de los productos, entre otros.

En síntesis puede señalarse que el SCCTA de ALC se enfrenta con la paradoja de que al mismo tiempo que las reformas de las políticas macroeconómicas, comerciales y sectoriales (incluso la reducción de las inversiones públicas en investigación y desarrollo) instrumentadas en las últimas dos décadas, han creado en muchos países de la Región un contexto menos propicio para promover el crecimiento sostenido del valor de la producción de agroalimentos, se observa un deterioro de las capacidades del SCCTA para generar las innovaciones requeridas para atender las demandas tradicionales y los nuevos desafíos y exigencias que se presentan en el sector.

Paralelamente en una buena parte de los países de ALC se asiste a una crisis política, fiscal e institucional del Estado que plantea limitaciones y desafíos para instrumentar los cambios en las estrategias, en la estructura, en los modelos de gestión y en la necesaria inserción

institucional de los INIA en el SCCTA que plantea el nuevo contexto (Martínez, 2006; Machado, 2004).

#### **2.4.2 Montos de financiamiento en CCTA, tendencias y consecuencias**

Ardila (2006) destaca que la inversión pública en investigación y desarrollo agrícola en la mayor parte de los países de la Región de ALC siempre fue muy reducida con respecto a los estándares internacionales, pero la situación se agravó en las últimas décadas. Mientras la relación entre los gastos en investigación y el PBI en los países industrializados es del orden del 2,5%<sup>15</sup>, el promedio de la Región fue de 0,65% para el período 1970-75 y cayó a 0,50% en 1975-85 y luego a un rango según países de 0,10% a 0,40% en 1985-95.

Según Hertford et al. (2005), “para mediados de los años noventa (el último año para el que se dispone de cifras totales comparables internacionalmente). En todo el mundo se gastaron US\$21 700 millones en actividades públicas de investigación y desarrollo agropecuario. Los países de ALC gastaron US\$1950 millones (a precios internacionales de 1993), alrededor del 8,8% del total mundial y casi el doble de la que dichos países gastaron en 1976”. Existen, sin embargo, grandes disparidades. Más de la mitad del gasto de la Región se produjo en Brasil. Este país y México juntos gastaron casi las dos terceras partes del total de la Región. Otros tres países gastaron más de US\$100 millones y un considerable número de países gastó US\$16 millones o menos, que ha dado lugar a serios procesos de erosión y deterioro de la capacidad instalada de las instituciones oficiales especializadas, sin que ellas hayan sido reemplazadas por inversiones equivalentes del sector privado.

Para ajustarse al tamaño del sector, generalmente se utilizan coeficientes de intensidad de investigación agropecuaria, que miden el gasto público total como porcentaje del producto agropecuario (PIB agropecuario). A mediados de los años noventa, los países de ALC invertían anualmente un promedio de 1,12% del producto agropecuario, casi el doble que lo gastado en 1976 (Cuadro 2.6).

Nuevamente existen grandes disparidades, desde apenas 0,13 en Guatemala hasta más de 1,70 en Brasil y Uruguay. Estos coeficientes de intensidad de la investigación agropecuaria en Brasil y Uruguay son muy superiores a los de la mayoría de los países de la Región, pero muy inferiores a los registrados en los países industrializados (en promedio gastaban 2,62% en dichas actividades). Si bien el financiamiento proveniente de organizaciones no gubernamentales (principalmente organizaciones de productores de productos básicos) se

---

<sup>15</sup> En un trabajo reciente de Hertford (2005) señala que los países de la OCDE invertían 2,6% del PBI en investigación y desarrollo agropecuario a mediados de los noventa; asimismo destaca los casos de Brasil y Uruguay, en los cuales los niveles son relativamente altos comparados con los promedios de ALC, alcanzando 1,7% del PBI.

duplicó entre 1976 y 1996, este incremento partió de una base muy reducida y sin duda continúa siendo insuficiente para elevar los bajos coeficientes de intensidad de la Región.

Otras investigaciones privadas no han cubierto la brecha. Puede señalarse que mientras en los países ricos alrededor de la mitad del gasto total en investigaciones agropecuarias es realizado por empresas privadas, en el ALC a fines de los años noventas, el gasto total del sector privado en investigación y desarrollo agropecuario representaba solo un 4,4% del gasto total<sup>16</sup> y con profundas asimetrías, ya que más de la mitad del gasto privado se realizó en Brasil. En unos pocos países, principalmente Honduras y Panamá, existen instalaciones de investigación privada que representan respectivamente 7% y 46% del gasto total en investigación y desarrollo agropecuario en esos países. No obstante, debe señalarse que la mayor parte de las tecnologías privadas utilizadas en la Región estaban basadas en investigaciones realizadas en países industrializados.

En algunos países, después de la década de los ochentas, las inversiones públicas en investigación y desarrollo agropecuario repuntaron durante la primera mitad de los años noventas, pero aun en esos casos la recuperación fue frágil. En Brasil y Colombia, la inversión fue mayor, pero sufrió recortes en la última parte de la década. En los países más pequeños de la Región, las actividades de investigación no experimentaron ningún crecimiento, lo que indica una asimetría entre los países más ricos respecto de los más pobres, en la que éstos son los que quedan rezagados.

Solo un limitado número de países (Brasil, México, Argentina, Colombia y Venezuela) cuenta actualmente con organizaciones importantes que han mantenido niveles de inversión significativos.

#### **2.4.3 *Financiamiento decreciente: consecuencias***

En los países de ALC se observa una evolución negativa de la intensidad de la investigación pública en comparación con los países industrializados, si se considera el período 1981-2002 (Figura 2.2 y Cuadro 2.7). En los países de menor desarrollo relativo, la falta de inversión pública en investigación agrícola constituye una importante amenaza, si se pretende atender a la demanda creciente de conocimientos que se requiere para asegurar un crecimiento sostenido de la producción de alimentos, la que deberá basarse esencialmente en la innovación y en aumentos en la productividad de la tierra y del agua.

**[Insertar Figura 2.2]**

---

<sup>16</sup> Las inversiones en investigación y desarrollo se miden con base en la ubicación de quien las realiza, independientemente de donde esté situada la sede de la empresa.

**[Insertar Cuadro 2.7]**

Debe notarse que en muchos de estos países la disponibilidad de tierras para cultivo por habitante tenderá a caer en las próximas décadas, por lo que existe una alta probabilidad de que no produzcan lo suficiente para lograr la autosuficiencia alimentaria. Esto repercutirá negativamente no solo en términos de su balanza comercial, sino especialmente en mayores costos de alimentación de la población de menores ingresos, que depende en buena medida del autoconsumo. El reciente incremento de los precios internacionales del maíz es un indicador sugerente de este fenómeno.

Incluso en los cinco países de la Región que cuentan con instituciones públicas de investigación relativamente fuertes, el deterioro del financiamiento público ha tenido un impacto significativo en su productividad. En la mayor parte de ellas, se ha deteriorado la relación entre los gastos operativos y los gastos en personal en las instituciones, lo que ha reducido así la eficiencia y las posibilidades de realizar las transformaciones institucionales que los cambios de contexto han planteado para ellas en las últimas dos décadas.

Esta situación ha generado, entre otros aspectos, la instrumentación de diferentes tipos de acuerdos entre las instituciones públicas y el sector privado para el desarrollo de algunas tecnologías apropiables por las empresas. La falta de recursos públicos ha modificado el foco de las investigaciones de los INIA, que está actualmente influenciado por los aportes y demandas de las empresas, principalmente las proveedoras de insumos agropecuarios. Sin embargo, alcanza también a grupos de productores, agroindustrias y otras organizaciones de la sociedad.

Esto provoca un replanteamiento de los INIA, con la idea de incorporar nuevos esquemas de gerencia, que contemplen un plan estratégico para la instrumentación de alianzas y mecanismos de cooperación en los ámbitos nacional e internacional con los diversos actores públicos y privados del CCTA, es decir, la formación de redes de investigación (Salles-Filho et al., 1997; Lindarte, 1997), sin dejar de atender a las demandas del sector en su conjunto, que en la mayoría de los países involucra a los pequeños productores.

**2.4.4 Evolución de las formas de captación de recursos**

En la primera etapa de los INIA, el financiamiento público provenía en la mayoría de los casos de aportes del presupuesto nacional. La principal excepción fue el INTA de Argentina, cuya Ley de creación estableció que percibiría de forma directa un porcentaje de las principales exportaciones agropecuarias. Más recientemente, el INIA del Uruguay comenzó a recibir un porcentaje de las exportaciones agropecuarias que son complementadas con un monto igual de fondos provenientes del presupuesto nacional. Similarmente, el INTA de Argentina ha recibido desde fines del 2002 un porcentaje de las importaciones extra del MERCOSUR (Piñeiro et al. 2003).

La experiencia limitada de estas situaciones de financiamiento sugiere la ventaja que representa para los INIA tener un régimen de financiamiento independiente, en el cual los fondos tienen una asignación específica. Esto brinda mayor seguridad sobre el monto del financiamiento que se recibirá y sobre su libre disponibilidad durante el año presupuestario. Ambos elementos son esenciales para una correcta programación y pueden estimular el cuidadoso uso de los recursos disponibles, pues si no son utilizados, quedarían a disposición del organismo.

Las asignaciones presupuestales gubernamentales a las instituciones de CCTA se han hecho en forma global. Se asigna una cantidad total anual, dividida en entregas parciales, normalmente mensuales. Sin embargo, con frecuencia esta periodicidad no se cumple, sobre todo para los gastos de operación, los cuales a veces se entregan de forma aleatoria. Esta asignación se destina a cubrir: salarios, gasto de operación, mantenimiento de infraestructura y equipo e inversión

Dada la tendencia observada de reducir el apoyo gubernamental a CCTA, las instituciones tienen un presupuesto efectivo que es menor e inoportuno. En consecuencia, se reduce su efectividad y eficiencia, ya que se ven obligadas a cubrir primeramente, la nómina salarial, para lo cual utilizan parte de recursos que debieran destinarse a operación, mantenimiento e inversión. Por lo tanto, es frecuente encontrar relaciones como la siguiente: salarios: operación – mantenimiento: inversión de 90:10:0. Algunos especialistas consideran que dicha relación debe ser 50:35:15.

En consecuencia, las instituciones de CCTA se han visto obligadas a gestionar recursos externos para disminuir su déficit presupuestal, lo que da lugar a la estrategia de diversificar sus fuentes de financiamiento a través de proyectos. Para ello identifican otros agentes de financiamiento (banca multilateral, fondos regionales de investigación, cooperación internacional), lo cual no es necesariamente una solución para instituciones de CCTA con déficit presupuestal y reducida capacidad para cubrir sus gastos más indispensables de nómina, operación y mantenimiento.

Recientemente los institutos nacionales de CCTA han realizado grandes esfuerzos para ajustarse a las nuevas condiciones y en general han logrado recomponer su situación presupuestaria e incluso, en algunos casos, mejorarla de manera importante. Como consecuencia, se observan cambios en la estructura y composición de su financiamiento, que ahora generan recursos propios mediante la venta de activos prescindibles, servicios y soluciones tecnológicas.

Asimismo, estos organismos están dando los primeros pasos para captar los beneficios derivados de la propiedad intelectual de algunos paquetes tecnológicos propios. Esto implica contar con nuevos marcos normativos en temas como la legislación de propiedad intelectual para las semillas, los genes y otras innovaciones apropiables, que permitan incentivar la

inversión privada en investigación y desarrollo agropecuario, así como también regular adecuadamente la apropiación de los beneficios en el caso de las iniciativas compartidas entre las instituciones públicas y las empresas privadas (a partir del concepto de los bienes públicos y los bienes privados).

Finalmente debe señalarse que la crisis de la deuda de los años ochentas y los efectos de la globalización, obligaron a replantear la administración de la ciencia y la tecnología. En los países industrializados, se redujeron las aportaciones directas de los gobiernos y se introdujeron nuevos mecanismos para financiar las actividades de innovación que incluyeron la creación de fondos competidos para investigación, contratos para el desarrollo de productos específicos, subsidios para actividades de innovación en empresas y la formación de consorcios público-privados (Echeverría y Alvaro, 1998; Huffman y Just, 1999; Branscomb, et al, 1999).

Estos nuevos mecanismos no reemplazaron los mecanismos tradicionales de financiamiento, sino que los complementaron. Si bien existe consenso entre los especialistas acerca de que el financiamiento de las instituciones públicas de investigación debe combinar asignaciones presupuestarias fijas con asignaciones variables (Echeverría y Alvaro, 1998; Huffman y Just, 1999; Huffman y Evenson, 2003), en los países en desarrollo se priorizó de forma casi exclusiva el uso de fondos competidos.

Gill y Carney (1999) mencionan que los fondos competidos pueden ser un mecanismo eficiente si existe suficiente capacidad de investigación en el país. La experiencia de algunos de los sistemas de investigación más grandes de países en desarrollo (incluidos Brasil e India) indica que estas condiciones no se cumplen.

En ALC los fondos competidos han sido utilizados por el Banco Mundial y el BID dentro de los préstamos en apoyo a CCTA. Son el mecanismo preferido en México para asignar recursos públicos para investigación e innovación, donde las Fundaciones Produce los utilizaron desde el inicio, pero su implementación fue evolucionando a medida que se fue adquiriendo mayor experiencia. Sin embargo, la identificación de mecanismos más eficaces ha avanzado lentamente por la falta de mecanismos de evaluación de estas experiencias.

Dadas las limitadas capacidades institucionales en CCTA en algunas regiones de ALC, se requiere promover proyectos interinstitucionales de CCTA, a fin de complementar y aprovechar las ventajas comparativas de cada institución. Un mecanismo de financiamiento de fondos competidos, pero compartidos entre dos o más instituciones en proyectos colaborativos, es una estrategia más eficaz y eficiente. En México, las Fundaciones Produce utilizan el mecanismo de fondos competidos mediante convocatorias públicas, pero se da preferencia a proyectos interinstitucionales.

El sistema de financiamiento por fondos compartidos ha demostrado ser un poderoso instrumento que permite: a) guiar la investigación en función de prioridades preestablecidas, de

forma que es posible articular las demandas o necesidades de los usuarios con las actividades de investigación; b) fortalecer la definición clara de los objetivos y la metodología del proyecto, lo que contribuye al logro de los resultados esperados; c) facilitar el desarrollo de mecanismos de seguimiento y evaluación de las actividades de investigación.

La experiencia sugiere que la financiación de la investigación mediante estos fondos, también llamados fondos competidos, es extremadamente útil (Piñeiro et al. 2003; Bisang, 2003). Sin embargo, esta forma de financiamiento debe ser complementaria al financiamiento institucional, dado que cada fondo establece sus prioridades y tiene sus propios mecanismos de asignación de recursos, de seguimiento y de control de su utilización.

A la institución que financia una parte de sus proyectos de investigación mediante este mecanismo, le significa un aumento de los costos administrativos, puesto que debe llevar varios sistemas de control y seguimiento, cada uno conforme a las normas del fondo específico. De igual manera, otorgar recursos extraordinarios para investigación que están sujetos a criterios diferentes a los de la institución que los recibe, contribuye a alterar las prioridades de investigación previamente establecidas, y a crear asimetrías en los flujos de información entre los investigadores y los recursos disponibles.

Una forma complementaria de financiamiento independiente de las asignaciones del presupuesto nacional es la aplicación de tasas a la primera venta de algunos productos específicos. Este método es utilizado extensamente en Australia y también en Colombia a través de los llamados Fondos Parafiscales, mas no es común en ALC. En ambos casos, los fondos así percibidos se canalizan a instituciones de derecho privado administradas por consejos directivos integrados por representantes del sector público y de las asociaciones de productores del producto específico. Los recursos deben ser utilizados solo para apoyar la investigación y la promoción de las exportaciones.

En algunas instituciones de CCTA, se han podido generar ingresos a través de la venta de servicios tecnológicos que no corresponden directamente a las actividades de investigación, como análisis de suelos y semillas, pruebas de agroquímicos y otros tipos de diagnósticos. Sin embargo, estos casos solo se justifican en la medida en que exista capacidad excedente y se estime que los ingresos pueden ayudar a financiar las actividades de investigación. Pero más allá de ciertas coyunturas, sería recomendable utilizar esa capacidad excedente para investigación y así evitar desviar a las instituciones de su finalidad específica.

#### **2.4.5 Organismos de apoyo**

Se destaca el surgimiento de fundaciones por iniciativa de los propios INIA, que captan recursos para patrocinar proyectos de investigación y transferencia de tecnología, aún cuando también existen otras que ejecutan sus propios proyectos o lo hacen por intermedio de los INIA y las universidades.

En Argentina, por ejemplo, el INTA ha participado en la creación de una fundación llamada ArgenInta y ha creado para ello, una Unidad de Vinculación Tecnológica. También ha desarrollado una empresa para fortalecer su relación con el sector privado.

En México, el INIFAP indujo la creación de la Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal (FUMIAF A.C.) integrada por los principales agroempresarios y agroindustriales, con el fin de apoyar proyectos de investigación específicos de las cadenas a las que pertenecen.

En el plano regional, se promueve la cooperación entre países en proyectos de CCTA de interés mutuo. En apoyo a esta estrategia se ha creado en ALC el FONTAGRO, que es un consorcio para promover la investigación agropecuaria estratégica de interés regional, con la participación directa de los países en la fijación de prioridades y en la financiación de los proyectos de investigación.

## **2.5 Respuestas de los SCCTA a los Cambios en las Variables más Influyentes del Contexto**

### **2.5.1 Agua**

Desde los años cincuenta, el conocimiento, la ciencia y la tecnología en ALC respecto del agua ha buscado alternativas para su manejo racional y sostenible, la adaptación a zonas de escasez, el inventario y sistematización de los recursos hídricos e hidrobiológicos y la reversión de procesos de insostenibilidad como contaminación de aguas residuales domésticas, entre otras (IDEAM et al., 2002). No obstante, se requiere consolidar un sistema de ciencia y tecnología que enfrente las demandas del siglo XXI (UNESCO, 2006:438).

El énfasis histórico de la investigación en agua ha estado orientado a su función como factor de productividad agrícola, sistemas de riego, introducción de materiales tolerantes a las sequías, adaptación de especies a suelos salinos - sódicos, entre otras.

Para el caso de explotaciones de economía campesina, indígena y afroamericana, se han generado estrategias de CCTA, que logran incidir ante la poca o incluso nula disponibilidad de agua (riego por goteo, microaspersión, riego por gravedad), aspectos sobre los cuales pusieron énfasis los programas de Desarrollo Rural Integrado hasta finales de los ochentas.

A partir de los noventas, se implementa el riego a capacidad de campo por medio de teledetección, lo que permitió un avance en el conocimiento de recursos hídricos frente al uso consuntivo, capacidad de campo del suelo, fuentes hídricas, humedales, control de plagas y enfermedades (Vörösmarty et al., 2005, en UNESCO, 2006:445).

Otro tipo de desarrollo de CCTA para las zonas con limitación permanente o estacional de agua es la producción de insumos biológicos (biofertilizantes, micorrizas) que potencian y capitalizan la dinámica propia de los suelos y amplían la investigación en nuevos horizontes del conocimiento en biología del suelo.

Actualmente se han revalorado los pequeños sistemas de riego, que ocupan una importante superficie en el mundo y en especial en ALC (Palerm y Martínez, 1997). Con ello se revierte el desconocimiento histórico en relación con el rol que cumplen las comunidades en la gestión territorial del agua, con una estrategia central de regulación del consumo y uso racional fundamental para la sostenibilidad del recurso (Aguilera, 2002; Utton, 1985:992)

En el contexto urbano y semiurbano, la investigación se orienta en mayor proporción a los aspectos relacionados con manejo eficiente del recurso y la descontaminación de las fuentes hídricas. Ríos semisecos, acuíferos agotados o salinizados, lagunas sedimentadas, altos niveles de materia orgánica, presencia de metales pesados y zonas de humedales desaparecidos: son solo parte del escenario presente (Fundación Ecología y Desarrollo, 2006).

Un área de desarrollo importante con respecto al CCTA es la contaminación del agua con metales pesados, dada la explotación de hidrocarburos y de minerales como el oro, la fumigación en contra de cultivos ilícitos, entre otros. Esto crea desequilibrios ecológicos e impacta de forma negativa la salud humana. Otro factor adverso se produce por los derrames de petróleo, que es una amenaza para el recurso hídrico (Aragón, 2002:8).

El cambio climático obliga a un nuevo enfoque de investigación, frente al fenómeno del Niño y su incidencia sobre la distribución espacial y temporal del agua, que creó disminuciones en la frecuencia y magnitud de los valores modales, aumento en la frecuencia de los caudales extremos, tanto máximos como mínimos, deterioro en las condiciones de regulación de las corrientes (IDEAM et al., 2001:49; MMA y IDEAM, 2002b:19; Obasi, 2000). Se destaca el trabajo en red para mitigar impactos y diseñar políticas a escala regional y global, a partir de la cooperación bilateral y multilateral.

Una de las últimas tendencias de la planificación del uso del agua se relaciona con el trabajo de centros de investigación y avanzados laboratorios de tratamientos de aguas. Dentro de ellos se destacan la Red para la Gestión del Agua en Agricultura, Riego y Fertirriego 2005 al 2009; la Red Iberoamericana de Laboratorios de Calidad de Agua 2005-2009; Indicadores y Tecnologías Apropriadas de uso sostenible del agua en las tierras secas de Iberoamérica 2003-2007 (Fernández, s.f.).

Las actividades incluyen la desalinización de aguas marinas para extracción de agua potable y fuente de energía bien sea de hidrógeno, energía cinética del agua y de mareas, dinámica de aguas subterráneas y de su descontaminación, geotermia e investigación en los estuarios de los deltas de los grandes ríos latinoamericanos como el Amazonas, La Plata y el Orinoco. Se reconocen también los grandes esfuerzos y avances obtenidos en el área de limnología. Estas nuevas estrategias incrementan la base de conocimiento sobre desarrollo de capacidades con la ayuda de estudios de casos, buenas prácticas, alianzas entre organizaciones y el intercambio de experiencias, acciones fundamentales para mejorar las capacidades de los organismos nacionales de estadística y su gestión de los recursos hídricos (UNESCO, 2006).

### **2.5.2 Biodiversidad**

ALC es un territorio excepcionalmente dotado de agrobiodiversidad, debido a que la Región abarca dos importantes centros independientes de domesticación y origen de la agricultura: Mesoamérica, Amazonia y la zona Andina. Fue en estos dos centros donde, hace aproximadamente 10 000 años, los pobladores originales lograron la domesticación de docenas de especies nativas que, a su vez, dio origen a agricultura en el Nuevo Mundo y permitió el surgimiento de una serie de civilizaciones prehispanicas de alto desarrollo, con extensos imperios basados en el éxito de la agricultura autóctona, su diversificación genética y agronómica y su amplia difusión geográfica.

La diversidad inter- e infraespecífica de estos cultivos nativos representa un rico acervo de recursos genéticos y una tremenda ventaja comparativa, ya que esta agrobiodiversidad contiene los elementos (genes únicos) imprescindibles para el fitomejoramiento y para asegurar la sostenibilidad de la agricultura a largo plazo. A pesar de la gran importancia que tienen los recursos genéticos de la Región, la capacidad institucional y política de la gran mayoría de los países es insuficiente para conservar debidamente y aprovechar de manera racional dicho patrimonio.

La conservación de los recursos genéticos se logra mediante dos estrategias, distintas pero complementarias: *ex situ* (bancos de germoplasma) e *in situ*. Típicamente en ALC, los bancos de germoplasma están asociados con instituciones públicas de investigación agrícola y programas de mejoramiento agronómico. Las colecciones de germoplasma conservadas *ex situ* en estos bancos están bien documentadas y catalogadas con información correspondiente a su lugar de origen y sus características agronómicas. También incluye información asociada con el material, que podría facilitar su uso directo por parte de agricultores en programas de mejoramiento, como fuente de características deseables, o para su eventual repatriación a las comunidades originales en caso de que éstas lo hayan perdido por alguna razón y lo quieran recuperar.

Las ventajas de la conservación *ex situ* incluyen la seguridad que los bancos ofrecen para la sobrevivencia del material, la disponibilidad de los materiales para la investigación y mejoramiento, especialmente estudios comparativos entre diferentes materiales de una misma especie, por ejemplo ensayos masivos para detectar materiales con resistencia a una determinada plaga o enfermedad. Entre las desventajas de esta estrategia, está el gran costo del mantenimiento de las instalaciones y el personal técnico necesario para regenerar, caracterizar y documentar los materiales conservados. También constituye una desventaja que las muestras son relativamente pequeñas en comparación con la diversidad genética contenida en las poblaciones silvestres y que el proceso de evolución prácticamente se detiene mientras los materiales están almacenados en el banco donde se regeneran apenas cada cinco a 20 o más años.

La conservación *in situ* se refiere al mantenimiento de las diferentes especies o variedades en sus condiciones naturales de campo en el lugar donde desarrollaron sus características particulares. En el caso de las plantas domesticadas, la conservación *in situ* se lleva a cabo “en finca”, en los campos de los agricultores que tradicionalmente han manejado esos cultivos o variedades. Para la conservación *in situ* de plantas silvestres (como en el caso de los parientes silvestres de cultivos) se procura conservar los ecosistemas donde se encuentran las poblaciones naturales de dichas especies, sea en parques nacionales, áreas protegidas u otros ecosistemas no intervenidos. La ventaja de la conservación *in situ* es que se mantienen vigentes los procesos evolutivos, así como grandes poblaciones de individuos con una amplia variabilidad genética. Las desventajas de esta estrategia incluyen las dificultades para monitorear y proteger poblaciones silvestres o cultivadas en lugares remotos, la relativa falta de documentación y caracterización de los materiales, y los problemas de logística para acceder a los materiales con facilidad para su aplicación en la investigación y el fitomejoramiento.

Ni la conservación *ex situ* ni la *in situ*, por sí solas, son suficientes para salvaguardar la sobrevivencia e integridad genética de los recursos genéticos a largo plazo. Cada estrategia tiene sus respectivas fortalezas y debilidades y que resulta preciso contar con los dos mecanismos (*ex situ* e *in situ*) para que se respalden uno a otro en una estrategia integral conocida como “conservación complementaria”). De esta manera, si por alguna razón un agricultor pierde su semilla en el campo, puede recuperarla del banco; y si por algún accidente se pierden materiales en el banco, se sabrá a dónde regresar para colectarlo del campo y así poder restaurarlo en la colección de germoplasma en el banco. También puede ser pertinente estimular los intercambios de semilla entre los propios agricultores de una misma Región o de distintas regiones o países.

Un desafío del CCTA sería subsanar la infraestructura institucional y técnica nacional para salvaguardar y aprovechar debidamente la agrobiodiversidad (recursos genéticos) que constituyen el patrimonio de cada país. La Convención de Diversidad Biológica (CBD 1992) reconoció la soberanía nacional de cada país sobre los recursos genéticos que se encuentran dentro de sus fronteras políticas. Junto con esta soberanía viene también la responsabilidad de conservar estos recursos naturales únicos e irremplazables, no solamente para el bienestar y desarrollo agrícola del país, sino también para toda la humanidad, que depende y dependerá de los mismos recursos para alimentar a las generaciones futuras. A escala nacional, esta responsabilidad se traduce en la obligación de cada Estado para invertir en sus instituciones nacionales de investigación agrícola, de manera que cuenten con los elementos básicos para recopilar, mantener, caracterizar y aprovechar los recursos genéticos, tanto locales como introducidos, y responder debidamente a los problemas y demandas particulares del agro nacional, regional y global. En el ámbito regional e internacional, sería conveniente que todos los países se asociaran al sistema multilateral de acceso y reparto de beneficios asociados con

los recursos fitogenéticos mediante el nuevo Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO presentado en el año 2004.

### **2.5.3 Suelos**

El desarrollo del CCTA en relación con los suelos en ALC ha pasado por varias fases históricas mutuamente interrelacionadas, lo que permite la evolución y sistematización del conocimiento sobre la edafobiodiversidad de los suelos. Antes de los años sesentas, la investigación en toda la Región se centraba en aspectos de taxonomía, fertilidad y valoración con propósitos catastrales. Luego se dio un giro hacia los estudios de fertilidad, manejo y conservación. En la década de los ochentas, se iniciaron investigaciones relacionadas con el ordenamiento territorial y zonificación ambiental a escala de cuenca hidrográfica, con el posterior desarrollo de la Teoría Ecológica del Paisaje (TEP), que desplegó la zonificación ecológica económica. En los noventas, la investigación relacionada con la nutrición de plantas evolucionó hacia el impacto de la aplicación de herbicidas al suelo, con sus consecuentes efectos sobre la biomasa microbiana y su dinámica. En la actualidad se trabaja fuertemente en biología de suelos a partir de las técnicas moleculares con el ADN y ARN para inventariar mezoorganismos y microorganismos. Otro campo de actuación está relacionado con las etnotaxonomías y prácticas tradicionales de manejo de suelos, donde sobresale el ritual de “Pacha Mama o Madre Tierra” en los Andes.

### **2.5.4 Variable social**

A partir de la década de los cincuentas y hasta fin de los años setentas, la respuesta de los sistemas de CCTA estuvo dirigida al incremento de la productividad agropecuaria ante la necesidad de una mayor oferta de alimentos producidos a un menor costo. Esto se logró a través del desarrollo de paquetes tecnológicos que por sus características brindaron mejores resultados en grandes extensiones de tierra, pero encontraron menor beneficio los productores con escasos recursos y menor nivel de organización, así como las comunidades afroamericanas e indígenas (Piñeiro y Trigo, 1983).

La necesidad de generar respuestas adecuadas a las demandas locales, provenientes principalmente de los productores menos beneficiados por el modelo de transferencia tecnológica que caracterizó a la etapa de modernización agrícola descrita en el párrafo anterior, condujo a los primeros intentos de regionalización de los CCTA (Trigo, Piñeiro y Sabato, 1983; Piñeiro y Florentino, 1977; Proyecto Cooperativo de Investigación sobre Tecnología Agropecuaria en América Latina 1978, en Trigo et al., 1983). Este hecho, según Trigo et al. 1983, denota un cambio en la percepción del papel y los efectos que lo tecnológico presentaba para la organización económica de la sociedad (Valdés, Scobie y Dillon, 1979; Gilbert, Norman y Winch, 1980; Trigo, Piñeiro y Chapman, 1981; Norman, 1980).

Luego, durante los años ochentas y especialmente a partir de los años noventas, los cambios sociales que se produjeron con el crecimiento urbano han demandado al sector agropecuario

nuevas tecnologías asociadas a los eslabones más avanzados de la cadena como la conservación postcosecha, mejoramiento de la calidad en el producto final e industrialización y comercialización de los productos agropecuarios. Para dar respuesta a estas nuevas demandas, los institutos de CCTA comenzaron a replantear sus objetivos pero según Lindarte (1997) los INIA y servicios de extensión aún no han alcanzado resultados relevantes. Este hecho podría guardar relación con diversas causas, entre ellas, las limitaciones del modelo de desarrollo a los intereses de la estructura institucional y a la ausencia de claridad conceptual sobre la dirección e instrumentación de los cambios necesarios.

Por otra parte, Lindarte (1997) reconoce la participación de los diversos actores involucrados en el proceso de generación de tecnología. Esto se manifiesta en la incorporación de representantes del sector privado y otras organizaciones de productores, fundaciones, ONG y en los INIA. También se observa en el desarrollo de programas de vinculación técnica como Cambio Rural desarrollado por el INTA en Argentina y otras experiencias efectuadas por la EMBRAPA de Brasil y el INIA de Chile. Lindarte también manifiesta que las limitaciones de esta nueva conceptualización se deben a la falta de formas nuevas y apropiadas de integración social y cultural.

### **2.5.5 Políticas**

El desempeño del SCCTA, el foco de la investigación y en especial la incorporación de innovaciones están condicionados por el contexto general de las políticas públicas y no solo por los aspectos específicos del CCTA.

En la mayor parte de los países de ALC, la alta importancia relativa de la agricultura en el producto interno y en la generación de empleo, hizo que en la segunda mitad del siglo veinte las políticas de producción, de desarrollo rural y de autosuficiencia alimentaria recibieran una atención especial en la agenda de los gobiernos, de los programas de cooperación y de las agencias internacionales de desarrollo. Ello abarcó un amplio espectro de políticas y programas de desarrollo rural que, desde los años cincuentas hasta los años ochentas, incluyeron: una activa participación de Estado en el financiamiento de la producción y de la infraestructura física de apoyo a la producción y la comercialización, la instrumentación de políticas en materia de tierras y de irrigación, la intervención en los mercados de los productos e insumos, la protección comercial de la agricultura (mediante la aplicación de aranceles y otras limitaciones cuantitativas a las importaciones), así como el apoyo a la investigación y desarrollo.

En dicho período, las políticas públicas brindaron cierta importancia a la generación y transferencia de tecnología, fortaleciendo los recursos humanos y financieros de las instituciones públicas especializadas y dando lugar a la creación de los INIA. En algunos países, especialmente los de mayor tamaño, las actividades desarrolladas por estos organismos y el contexto favorable de políticas desempeñaron un papel relevante para promover los aumentos de la productividad y de la producción agropecuaria durante los años

sesentas, setentas y ochentas. Sin embargo, no tuvieron un impacto similar en la reducción de la pobreza rural, ni prestaron tanta atención a la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

Existe amplia evidencia de que el crecimiento sostenido y sostenible de la producción agrícola y, en consecuencia, sus impactos positivos en el desarrollo de las comunidades rurales y en la economía en su conjunto, depende en gran medida de la incorporación sistemática de innovaciones, dado que actualmente las posibilidades de aumento del área cultivada son bastante limitadas. Si bien en algunos países de ALC existen aún oportunidades para la expansión de la frontera agropecuaria, no cabe dudas de que la principal fuente de crecimiento de la oferta de alimentos y de los ingresos de los agricultores es el aumento de la productividad de la tierra (Días Ávila et al. 2006). Asimismo, la mayor parte de los estudios realizados en la Región, así como en otras áreas, muestran que las tasas de retorno de las inversiones en investigación y desarrollo agrícola son sumamente elevadas (Alston et al. 2000; Ávila et al., 2002). Días Ávila et al. (2006) recopilaron estudios de diversos autores (Cuadro 2.8).

### **[Insertar Cuadro 2.8]**

A pesar de lo señalado, a partir de mediados de los años ochentas y especialmente durante los años noventas, en ALC las inversiones públicas en investigación y en el desarrollo agrícola en general se redujeron. Como consecuencia de sus problemas fiscales y de deuda pública, la mayor parte de los países de la Región realizó profundas reformas en las políticas macroeconómicas, comerciales, sectoriales y de inversión pública en general, tendientes a limitar la intervención del Estado y a reducir el gasto público. Ellas limitaron y encarecieron el crédito agropecuario y restringieron los presupuestos destinados a las inversiones en infraestructura rural, así como los correspondientes a la investigación y la extensión agrícola, y a otros servicios y programas de apoyo al desarrollo rural.

Este contexto de políticas macroeconómicas y sectoriales menos propicias se reflejó en menores tasas de crecimiento de la producción agropecuaria en muchos de los países de la Región, tanto en la superficie cultivada y la productividad media, para el período 1982-2001 frente a los registrados para el período 1962-1981. Como lo señalan Días Ávila et al. (2006), el crecimiento promedio de la producción de los principales productos agropecuarios fue del 3,05% anual en los años sesentas y setentas, y se redujo a 1,98% en los últimos dos decenios. No obstante, se observan diferencias significativas en la evolución de las diferentes subregiones de ALC: en los países Andinos, Centroamérica y el Caribe se registraron declinaciones en las tasas de crecimiento; en cambio, se observaron incrementos en los países del Cono Sur, influenciados principalmente por los aumentos en la productividad de la tierra, tanto para los cultivos como para la ganadería.

Se puede verificar que la inversión pública en investigación y desarrollo agrícola en la mayor parte de los países de ALC siempre fue muy reducida con respecto a los estándares internacionales, pero la situación se agravó en las últimas décadas del siglo veinte. Así, mientras la relación entre los gastos en investigación y el PBI para el período 1970-1975 en los países industrializados fue del orden del 2,5%, el promedio de ALC era 0,65%. Dicha relación en ALC cayó a 0,50% en el período 1975-1985 y a un rango de 0,10 a 0,40% en período 1985-1995 (Ardila, 1997).

Las reducciones mencionadas en la inversión pública en investigación agrícola no han sido homogéneas en la Región. Actualmente solo un limitado número de países (Brasil, México, Argentina, Colombia y Venezuela) cuenta con organizaciones relevantes que han mantenido niveles de inversión significativos. Hertford (2005) destaca que a mediados de los años noventa más de la mitad de la inversión en investigación agrícola correspondía a Brasil y, si se adiciona México, ambos países concentraban casi dos tercios del total de la inversión pública en investigación y desarrollo agrícola de ALC, estimada en unos dos mil millones de dólares. Solo los otros tres países mencionados anteriormente gastaban más de 100 millones de dólares anuales cada uno. En cambio, en la mayor parte de los países, la inversión pública era muy baja y en años recientes cayó a extremos que han dado lugar a serios procesos de erosión y deterioro de la capacidad instalada de las instituciones oficiales especializadas, sin que ellas hayan sido reemplazadas por inversiones equivalentes del sector privado<sup>17</sup>.

En los países de menor desarrollo relativo, la falta de inversión pública en investigación agrícola constituye una importante amenaza, si se pretende atender a la demanda creciente de conocimientos que se requiere para asegurar un crecimiento sostenido de la producción de alimentos, la cual deberá basarse esencialmente en innovación y aumentos en la productividad de la tierra. En muchos de estos países, la disponibilidad de tierras para cultivo por habitante tenderá a caer en las próximas décadas, por lo que existe una alta probabilidad de que no produzcan lo suficiente para lograr la autosuficiencia alimentaria. Esto repercutiría negativamente no solo en términos de su balanza comercial, sino especialmente en mayores costos de alimentación de la población de menores ingresos, que depende en buena medida del autoconsumo.

Aun en el caso de los cinco países de ALC que cuentan con instituciones públicas de investigación relativamente fuertes, el deterioro del financiamiento público ha mostrado un impacto significativo en su productividad. En la mayor parte de dichas instituciones, se ha

---

<sup>17</sup> Debe notarse además que en ALC las inversiones privadas en CCTA son de menor significación aún que las correspondientes al sector público.

deteriorado la relación entre los gastos operativos y los gastos en personal, lo que reduce así la eficiencia y las posibilidades de realizar las transformaciones institucionales que los cambios de contexto han ido planteando en las últimas dos décadas. Ello ha implicado, entre otros aspectos, diferentes tipos de acuerdos entre las instituciones públicas y el sector privado para el desarrollo de algunas tecnologías apropiables por las empresas. La falta de recursos públicos ha modificado el foco de las investigaciones de los INIA, que está actualmente condicionado por los aportes y demandas de las empresas, principalmente las proveedoras de insumos agropecuarios, pero que alcanza también a grupos de productores, agroindustrias y otras organizaciones de la sociedad.

El contexto de las políticas públicas, estos cambios plantean la necesidad de contar con una nueva institucionalidad, que excede el marco de las entidades públicas tradicionales del SCCTA. Es decir, se deben redefinir los roles y los alcances de las esferas pública y privada, y de contar con marcos normativos que permitan una adecuada vinculación entre ambos sectores. Esto implica, entre otros aspectos, un replanteo de los INIA, con la idea de incorporar nuevos esquemas de gerencia que contemplen el planeamiento estratégico para la coordinación de alianzas y mecanismos de cooperación nacional e internacional con los diversos actores públicos y privados del SCCTA. Es decir, surge la prioridad para la conformación de nuevas redes de investigación (Salles-Filho et al., 1997; Lindarte, 1997).

Las restricciones en los presupuestos públicos para CCTA registradas en las últimas décadas se han dado precisamente cuando los productores de ALC se han visto en la necesidad creciente de mejorar su productividad, a fin de competir en el plano internacional, en un marco de políticas de liberalización comercial, como consecuencia de las reformas realizadas por los países de la Región, así como por las negociaciones comerciales multilaterales en el GATT y la OMC. Éstas corresponden a las diferentes alternativas de integración subregional (CARICOM, CAN, MERCOSUR, NAFTA) y a otro número creciente de acuerdos bilaterales celebrados por algunos de los países, especialmente México y Chile. La agenda de negociaciones comerciales multilaterales y regionales futuras o incipientes, incluidas las que emprende Centroamérica con Europa y las que se exploran con los países asiáticos, es frondosa y generará nuevos desafíos de mejoras en la competitividad de la agricultura de la Región.

#### **2.5.6 Mercado**

Los procesos de urbanización y de globalización en ALC y en el ámbito mundial, y el aumento de los ingresos por habitante, generan importantes impactos en la evolución de la demanda de los distintos tipos de bienes, así como en los atributos y servicios que exigen los consumidores.

En las últimas décadas, se han registrado cambios en los patrones de consumo y nuevas exigencias asociadas a las preferencias de los consumidores en materia de sanidad, inocuidad, calidad de los alimentos y certificaciones, que se están incorporando en las regulaciones nacionales y en los acuerdos internacionales que regulan el comercio mundial de alimentos.

El crecimiento de la demanda de productos diferenciados incluye mayores servicios y valor agregado y otros atributos como el carácter natural, ecológico y cultural de los productos. La identificación del origen y los procesos implican modificaciones en las demandas tradicionales por innovaciones para el SCCTA. No basta con el enfoque centrado en el producto, en el productor y/o en el uso de tecnologías para el aumento de la productividad y la oferta de los productos. Cada día surgen mayores exigencias para crear competitividad mediante el valor agregado a partir de una adecuada comprensión de la demanda y en la provisión de productos y servicios acordes con las preferencias de los consumidores.

En este sentido, existen numerosas organizaciones vinculadas con el comercio justo. Dicho movimiento, que se origina a mediados de la década del ochentas, garantiza que los productores de los países pobres consigan un trato justo en relación con la producción de bienes y servicios en el sector rural, lo que conduce a lograr precios justos para los productos a fin de cubrir los costos de producción, derechos laborales y una valoración de la producción de los pueblos indígenas, minorías afroamericanas y otros grupos étnicos, sin incurrir en trabajo esclavo ni la explotación infantil.

Esto permite garantizar ingresos permanentes, mayores grados de autoestima, manejo y conservación de la biodiversidad, contratos a largo plazo que minimizan la incertidumbre de los mercados y de los cambios ambientales, apoyo para adquirir el conocimiento y las habilidades que necesitan para desarrollar sus capacidades y potencialidades en los negocios al incrementar las ventas. Los productos que se comercializan bajo este estilo son variados en cuanto a características y procedencias. Se destacan países como Guatemala, Honduras, Nicaragua, Ecuador, Bolivia, Brasil, Panamá, Perú, Colombia, México, Chile, Costa Rica, entre otros.

La mayor parte de las instituciones de CCTA no han asignado la prioridad necesaria a estos aspectos ni a las articulaciones en las cadenas agroalimentarias. Tampoco cuentan con los recursos técnicos y humanos necesarios para ello, por lo que aparecen nuevos desafíos que serán cruciales en las próximas décadas. Resulta claro que en el futuro las actividades del SCCTA no podrán limitarse al enfoque tradicional de la innovación tecnológica del lado de la oferta. Es necesario otorgar mayor prioridad al entendimiento y atención de la demanda y a la investigación y desarrollo de nuevas formas de organización de la producción y la comercialización de los productos agroalimentarios (innovaciones organizacionales), para poder atender adecuadamente las nuevas exigencias de los consumidores.

## **2.6 Efectividad e Impactos del CCTA**

### **2.6.1 Sobre los diferentes sistemas de producción**

#### Sistema tradicional indígena y campesino

Los sistemas de producción agropecuaria tradicional indígena y campesina han sido considerados históricamente por el CCTA como una limitante al desarrollo, con un bajo perfil político y organizacional de sus actores sociales. Se han abordado de forma marginal y reduccionista y se ha desconocido la dinámica compleja de los espacios de producción del entorno rural (Macías, 2002:47; Armiño, 2002:76; Raigoza et al., 2006:127; OAC e IICA, 2006a; Martínez et al., 2006; OAC e IICA, 2007b; Santamaría et al., 2005:34).

Los sistemas de producción de las fincas tradicionales campesinas o afroamericanas y el sistema de producción indígena han comenzado a orientarse durante las últimas dos décadas hacia espacios alternativos de comercialización y han presentado algunos casos puntuales que se orientan hacia productos orgánicos, libres de transgénicos, con denominación de origen, étnicos, materias primas para multinacionales, entre otros. Para ello, algunas veces, utilizan avanzadas tecnologías y estrategias comerciales (comunicación en línea, redes de productores, consumidores de productos ecológicos, productos dietéticos, farmacéuticos naturales y cosméticos). Recientemente también han comenzado a incursionar en el sector servicios, a través de un sistema pluriactivo: senderismo, cabalgatas, fotografía, educación ambiental, turismo ecológico y/o alternativo (Naredo, 2006:19; Toledo, 1980) aprovechando los nuevos postulados de las agendas internacionales en relación con bosques, agua, biodiversidad, desertización, humedales, dimensión de género, derechos de propiedad intelectual, principios de precaución, ciberagricultura y diálogo de saberes, entre otros.

#### 2.6.1.2 Sistema agroecológico

El sistema de producción agroecológico emerge como sistema discordante con las prácticas y filosofía del sistema productivo convencional donde el marco de CCTA pretende revalorar el saber tradicional a partir de la investigación local y la extensión campesino a campesino con mecanismos de investigación participativa, de protección *in situ* de la agrobiodiversidad y de estudio de las formas colectivas de acción social (Sevilla y Woodgate, 2002:88). Estos cambios en los sistemas de producción han permitido nuevos estilos de generar, adaptar y transferir el servicio de CCTA a diferentes escalas e intensidades desde el orden gubernamental, las instituciones no gubernamentales y las agencias de cooperación.

Para todos los casos referidos al estudio de los sistemas de producción en mayor o menor proporción, el SCCTA ha generado una importante base de apoyo representada en las plataformas de los sistemas de información geográficos, herramienta fundamental para la identificación y delimitación de los territorios y su ordenamiento (Ofen, 2006:41; Echeverri y Alvaro, 2000:173). La realización de inventarios de biodiversidad, evaluación de la dinámica de poblaciones, manejo eficiente del agua, energías renovables en especial los biocombustibles,

monitoreo de plagas y enfermedades, evaluación de sumideros de CO<sub>2</sub>, sondeo de acuíferos y aguas subterráneas, mapificación de usos actuales y potenciales del suelo, modelaciones: son parte de las actividades enmarcadas dentro del CCTA en ALC.

#### 2.6.1.3 Sistema convencional

El SCCTA ha impactado de forma considerable la productividad de las unidades agrícolas en las últimas décadas. A partir de los años ochentas, se evidencia un incremento en los rendimientos que continúa hasta la actualidad (Figura 2.3). La mayor parte de este crecimiento ha sido resultado de la incorporación de tecnologías, principalmente semillas mejoradas, protección de cultivos y fertilizantes. El aumento de la producción de algunos cultivos y el consiguiente aumento de la oferta de alimentos trajo una disminución en los precios de los productos agropecuarios.

#### **[Insertar Figura 2.3]**

A pesar del aumento de los rendimientos en la Región, estos han sido de menor magnitud que en los países industrializados. Posiblemente esta diferencia esté influenciada directa o indirectamente por los subsidios agrícolas, los cuales permiten una mayor adopción de tecnología. Por otra parte, en los países del este y sudeste asiático, los rendimientos también evidencian un ritmo de crecimiento mayor que el de ALC, donde se advierte un ritmo decreciente en el último quinquenio.

#### **2.6.2 Sobre el avance del conocimiento y los sistemas de innovación**

La biotecnología, la nanotecnología y la tecnología de la información son campos del conocimiento científico a partir de los cuales se derivan nuevas tecnologías. Los avances en la biología y en la ciencia de la información fueron las bases científicas más influyentes en la investigación agrícola de la última década.

La ciencia de la información, aunque ya hay autores que señalan la disminución de su velocidad de avance (Oliver, 2000), es una de las ramas científicas más influyentes en las organizaciones de investigación. Es posible que para muchas de esas organizaciones, aún no ha sido posible aprovechar todo el potencial que ese avance puede proporcionar.

La nanotecnología es otro tipo de conocimiento científico que podrá tener impactos en la generación de otra tecnología de avanzada en los próximos años. Se estima una inversión mundial del orden de 3,7 billones de dólares, en esta área en el 2004 (National Nanotechnology Initiative, 2004).

Sin embargo, distintas condiciones limitaron la evolución del avance en biotecnología y en ciencias de la información en los países en desarrollo, especialmente recursos financieros restringidos, falta de información, infraestructura deficiente de investigación, acceso limitado a

tecnología, grupos de activistas con una oposición ideológica a la biotecnología y sus posibles impactos en la biodiversidad y el medio ambiente, así como sus implicaciones en la seguridad alimentaria (Castro et al., 2006).

La biotecnología comercial en la Región estuvo principalmente enfocada en la transferencia de genes para conferir resistencia a herbicidas y a la protección de las plantas cultivadas contra algunos pocos tipos de insectos y patógenos de commodities comerciales, en especial la soja, el maíz y la papa. Un ejemplo típico es el caso de la soja RR en Argentina, que de acuerdo con Regúnaga et al. (2003) constituye el caso de mayor dinamismo en adopción de la incorporación masiva de una innovación tecnológica en la agricultura mundial. Los autores relatan que en cinco años el área con soja RR alcanzó 95% del total sembrado en el país y fue adoptado por los agricultores debido a la menor complejidad del sistema de producción y a la disminución de los costos unitarios.

En la mayoría de los países de la Región todavía persiste el conflicto entre los defensores de la biotecnología y sus productos (principalmente productores y las instituciones públicas y privadas de investigación agrícola) y los actores de la sociedad civil, vinculados a ONG y otros movimientos sociales y políticos, contrarios a la expansión de los organismos genéticamente modificados, lo cual ha reducido la utilización y hasta la misma producción de innovaciones biotecnológicas en algunos países.

La investigación básica y aplicada en nanotecnología presenta las evaluaciones estratégicas más bajas en el estudio de Castro et al. (2005), quien indica que en años recientes los evaluadores consideraron los avances e impactos de nivel mediano a bajo en la Región, en relación con estas nuevas fronteras del conocimiento. Estos valores fueron un poco más altos para la biotecnología, sin todavía ultrapasar el límite de importancia mediana. La interpretación de ese resultado sugiere replantear las causas del reducido avance del uso y producción de innovaciones biotecnológicas en ALC.

La innovación no solo impactó en la productividad de las unidades agropecuarias. También ha permitido el desarrollo de numerosos insumos y técnicas de manejo productivo amigables con el medio ambiente, por ejemplo rotación de cultivos, inoculantes biológicos, abonos naturales, entre otros.

En cuanto al sesgo normativo de la ciencia y la técnica, existen asimetrías entre el conocimiento de los usuarios, productores y generadores de innovaciones. En ALC se observa en reiteradas oportunidades que por diversas razones la nueva tecnología no se encuentra al alcance de la población para la que fue generada. Esto se vincula con la falta de relación y participación entre todos los actores involucrados en el proceso de innovación, lo cual genera un mayor sesgo normativo (Arocena y Sutz, 1999).

En cuanto al concepto de sistema de innovación como objeto político, la información relevada a través de varias encuestas durante los años noventa sobre la innovación industrial en diversos

países permite concluir que el gasto nacional en innovación es bastante bajo. Es por ello que las empresas privadas realizan actividades internas de I+D, aunque en algunos casos tienen un carácter informal (Arocena y Sutz, 2002).

Los sistemas de innovación en el MERCOSUR responden a las coyunturas económicas que la Región enfrenta. Numerosas empresas transnacionales localizadas en el MERCOSUR delegan sus actividades de innovación a las casas matrices. Si bien se observa una tendencia creciente con respecto a la cooperación para la investigación, la brecha tecnológica entre los países latinoamericanos y los países industrializados aún es muy amplia. Por ello mucha de la tecnología innovadora en la Región proviene de desarrollos tecnológicos que llegan a ALC a través de insumos, principalmente semillas y agroquímicos, producidos y distribuidos por empresas multinacionales.

Lundvall (1985) ha señalado que la innovación surge del encuentro de oportunidades técnicas y necesidades de usuarios, por lo cual se advierte la importancia de la participación ciudadana en los procesos de investigación, hecho que deberá ser considerado por los CCTA en el momento de diseñar los sistemas de innovación. También se considerará el carácter sistémico de la innovación y reparar todos los procesos relacionados.

### **2.6.3 Sobre los consumidores**

ALC cuenta con aproximadamente 520 millones de consumidores, población que aumentó significativamente en el período transcurrido entre 1985 y 2000 en unos 120 millones de personas (401 millones en 1985, 441 millones en 1990, 481 millones en 1995 y 520 millones en 2000) según datos de la División of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, divulgado en su estudio *World Population Prospects (2002), Revision and World Urbanization Prospects (2001)* citado por Pérez (2005:67). Dichos consumidores localizados en el medio rural y urbano representan una amplia gama de demandas de bienes y servicios.

La segmentación de los consumidores hace que se generen alternativas productivas por parte de la oferta, las cuales, con el transcurrir del tiempo, desarrollan una serie de iniciativas de conocimiento, ciencia y tecnología agropecuaria. Para el caso del sector rural se traduce y materializa en procesos de innovación y transferencia tecnológica agropecuarias (Jacobs y Jordan, 1991:102; Funtowicz y Ravetz, 2000:62).

Por otro lado, existe un bajo dominio de los procesos enfocados en consumidores. Aunque la prioridad asignada no fuera el consumidor final, esta población fue indirectamente beneficiada por las prioridades establecidas en la investigación, debido a la reducción de los precios de los alimentos.

Los precios de los alimentos básicos para la población tuvieron una disminución del casi el 70%. Eso ocurrió debido a reducción de costos de producción gracias a aumentos de productividad, obtenidos a partir de los trabajos de investigación agrícola y procesos de

innovación. Consecuentemente, los consumidores finales fueron beneficiados, aun cuando las prioridades de investigación estuvieran más focalizadas en el desempeño de las fincas (Figura 2.4).

**[Insertar Figura 2.4]**

Por otra parte, los avances logrados con la ciencia y la tecnología agropecuaria, en algunos casos son cuestionados, por ejemplo los organismos genéticamente modificados (OGM) o prácticas que se consideran causantes de efectos indeseables como cambio climático, contaminación y erosión de suelos, entre otros (Beca, 1988:204; Sartori y Mazzoleni, 2005:214; Duarte et al., 2006:3).

En este marco de análisis, existen nuevos espacios de interlocución y de retroalimentación que surgen entre un sector que se autodenomina consumidor responsable y los productores, a partir de estrategias generales de política, tendientes a que se cumplan las normas y principios relacionados con la propiedad intelectual, los mecanismos de certificación, las estrategias de mercados justos, las denominaciones de origen y el eco- etiquetado

#### **2.6.4 En los aspectos sociales**

La modernización en el sector agropecuario latinoamericano agudizó las contradicciones entre el sector moderno y el tradicional. Por una parte, se manifestó en aumento de la pobreza para los actores sociales que fueron desplazados hacia las ciudades, las zonas de frontera y los flujos migratorios transfronterizos. Por otro lado, generó impactos ambientales, destrucción de los recursos naturales y erosión de conocimientos tradicionales de gran magnitud.

En cuanto a la dimensión de género, se puede advertir que la modernización del sector agropecuario provocó variaciones en las relaciones laborales tanto para el hombre como la mujer. Se evidencia una mayor presencia de las mujeres rurales dentro de las cadenas productivas de alimentos frescos y procesados, y otros productos agrícolas de exportación, aunque en muchos casos las condiciones de trabajo siguen siendo precarias (Farah, 2004), salvo en el caso de empresas focalizadas en la exportación con certificaciones internacionales.

En términos generales, las políticas públicas de los Estados latinoamericanos han priorizado el crecimiento económico como estrategia para superar la pobreza en todas sus manifestaciones. Esta visión economicista ha desvirtuado la complejidad de la situación de la población rural, sin tener en cuenta que la pobreza es multidimensional y que no puede resolverse con estrategias unidimensionales (Sen, 2000:17).

#### **2.6.5 Competitividad de las cadenas, los conglomerados y el desarrollo territorial**

El impacto del SCCTA sobre la competitividad de las cadenas durante el período analizado ha sido muy importante. El aumento de la producción agrícola en la Región es consecuencia en gran medida del desarrollo tecnológico impulsado por el CCTA (Regúnaga et al., 2003). Esto ocurre a pesar de que el sistema, como se ha señalado previamente, no comenzó a trabajar

hasta mediados del siglo XX en el conjunto de las cadenas, sino con trabajos puntuales, debido al considerable retraso tecnológico de la Región.

Durante varias décadas, la búsqueda de productividad se realizó sin tener en cuenta los aspectos sociales del territorio, por lo que población ligada histórica y culturalmente no encontró adecuada inserción en los cambios tecnológicos, muchas veces no solo por razones culturales, sino también por aspectos de índole económico y financiero. La falta de una visión holística del sistema tuvo como externalidades negativas el deterioro de los recursos naturales y la exclusión social (Molina, 1980; Trucco, 2004).

Si bien desde hace algunas décadas la investigación y desarrollo agrícola se empezó a realizar por medio de proyectos, solo a partir de fines de los años noventas se comienzan a desarrollar estrategias que considerarán el conjunto de la cadena. Es así como en el Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología de Argentina (SECyT, 1997) toma el concepto de cadena para la formulación de la política tecnológica y se trabaja con esta unidad de análisis procurando una mayor competitividad del conjunto.

En los últimos años, el creciente desarrollo del concepto de Agronegocios (Davis y Goldberg, 1957) y la implicación de la nueva economía institucional en la competitividad de cadenas (North, 1993; Zylbersztajn, 2001) introduce el marco institucional y organizacional para mejorar la productividad y competitividad de las cadenas y los conglomerados. Esta nueva visión de los agronegocios está provocando una discusión tendiente a un desarrollo más armónico y equilibrado de las cadenas y sus actores, pero es un concepto que se establece principalmente en las cadenas más competitivas, y deja de lado las más débiles o aquellos con actores con menores posibilidades.

Esta nueva manera de integrar el desarrollo tecnológico con aspectos institucionales tiene una importancia limitada para las comunidades ligadas al territorio, donde hay menos interés, conocimientos o esfuerzos del sistema de CCTA para el mejoramiento de las condiciones de desarrollo relativo.

Es así como las ONG comprometidas con el desarrollo social y territorial y algunas instituciones específicas desempeñan un rol significativo para fomentar condiciones más favorables para las poblaciones locales, en un marco de respeto de su cultura (Feito, 2005).