

# IICA



IICA-CIDIA

## LOS SISTEMAS NACIONALES DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA EN LA DECADA DE LOS 90

Eduardo J. Trigo

IICA

IICA  
1-A 1/  
C-90-02

## **¿QUE ES EL IICA?**

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano. Sus orígenes se remontan al 7 de octubre de 1942 cuando el Consejo Directivo de la Unión Panamericana aprobó la creación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Fundado como una institución de investigación agronómica y de enseñanza de posgrado para los trópicos, el IICA, respondiendo a los cambios y a las nuevas necesidades del Hemisferio, se convirtió progresivamente en un organismo de cooperación técnica y fortalecimiento institucional en el campo agropecuario. Estas transformaciones fueron reconocidas formalmente con la ratificación, el 8 de diciembre de 1980, de una nueva convención, la cual estableció como los fines del IICA los de estimular, promover y apoyar los lazos de cooperación entre sus 32 Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Con un mandato amplio y flexible y con una estructura que permite la participación directa de los Estados Miembros en la Junta Interamericana de Agricultura y en su Comité Ejecutivo, el IICA cuenta con una amplia presencia geográfica en todos los países miembros para responder a sus necesidades de cooperación técnica.

Los aportes de los Estados Miembros y las relaciones que el IICA mantiene con 12 Países Observadores Permanentes, y con numerosos organismos internacionales, le permiten canalizar importantes recursos humanos y financieros en favor del desarrollo agrícola del Hemisferio.

El Plan de Mediano Plazo 1987-1991, documento normativo que señala las prioridades del Instituto, enfatiza acciones dirigidas a la reactivación del sector agropecuario como elemento central del crecimiento económico. En función de esto, el Instituto concede especial importancia al apoyo y promoción de acciones tendientes a la modernización tecnológica del agro y al fortalecimiento de los procesos de integración regional y subregional.

Para lograr esos objetivos el IICA concentra sus actividades en cinco áreas fundamentales que son: Análisis y Planificación de la Política Agraria; Generación y Transferencia de Tecnología; Organización y Administración para el Desarrollo Rural; Comercialización y Agroindustria; y Salud Animal y Sanidad Vegetal.

Estas áreas de acción expresan, de manera simultánea, las necesidades y prioridades fijadas por los mismos países miembros y los ámbitos de trabajo en los que el IICA concentra sus esfuerzos y su capacidad técnica, tanto desde el punto de vista de sus recursos humanos y financieros como de su relación con otros organismos internacionales.

Son países miembros del IICA: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, San Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

Países Observadores Permanentes: Austria, Bélgica, España, Francia, Israel, Italia, Japón, Países Bajos, Portugal, República Arabe de Egipto, República de Corea y República Federal de Alemania.

ISSN-0534-5391



# LOS SISTEMAS NACIONALES DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA EN LA DECADA DE LOS 90

Eduardo J. Trigo

San José, Costa Rica  
Marzo, 1990

PROGRAMA II: GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

6N 5025

113A

PII-A1/SC

no 90-02

**00000697**

**SERIE PUBLICACIONES  
MISCELANEAS**

**ISSN-0534-5391  
A1/SC-90-02**

**Mayo, 1990  
San José, Costa Rica**

**"Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios del autor y no representan necesariamente el criterio del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura".**

# **LOS SISTEMAS NACIONALES DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA EN LA DECADA DE LOS 90 <sup>1</sup>**

Eduardo J. Trigo <sup>2</sup>

## **I. INTRODUCCION**

Los descubrimientos de la ciencia y el consecuente proceso de innovación tecnológica son, probablemente, los elementos más importantes de la civilización del siglo veinte. En la agricultura, las nuevas variedades e insumos tecnológicos no sólo han aumentado los rendimientos y la producción, sino que han transformado de manera profunda la estructura del sector agropecuario y el bienestar de los individuos que lo integran. Por otra parte, el impacto amplio, profundo y con frecuencia asimétrico que tiene la innovación tecnológica en la organización de la sociedad, ha dado lugar a una creciente inquietud por desarrollar mecanismos que permitan un control social adecuado a la dirección e intensidad del cambio tecnológico.

En Latinoamérica -y quizás en todo el mundo en desarrollo-, la discusión de este tema ha girado principalmente en torno a la idea de crear instituciones nacionales de investigación que garanticen una participación estatal apropiada en la producción de tecnología agrícola. En su momento, esto se tradujo en la creación de los Institutos Nacionales de Investigación Agraria (INIA) que, desde mediados de los años 50, sirven de base para el desarrollo de la capacidad tecnológica agropecuaria en un buen número de países de la Región.

En los últimos 20 ó 25 años, las condiciones que dieron origen a esas instituciones han cambiado en forma sustantiva. En gran parte, muchos de esos cambios se deben a la propia actividad y al éxito de los institutos, pero ellos, a su vez, transforman las condiciones en las cuales deben desarrollar sus funciones, así como las demandas y expectativas que la sociedad tiene con respecto a ellas. Por una parte, el contexto económico de los países es marcadamente diferente y se comienzan a vislumbrar importantes cambios en los enfoques político-

administrativos nacionales; por otra parte, el sector privado se manifiesta como un actor cada vez más activo en el proceso tecnológico y los nuevos avances en el campo de la biotecnología contribuyen a modificar de manera importante, los fundamentos científicos de la investigación agropecuaria, así como la naturaleza de sus productos. Al mismo tiempo, se han consolidado a nivel internacional una serie de desarrollos institucionales (centros internacionales, programas cooperativos y redes) que complementan y amplían las actividades de los organismos nacionales.

Esos desarrollos enmarcan el funcionamiento de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología en los años 90; plantean una serie de ajustes que se deben introducir en los esquemas organizativos si se pretende que ellos continúen cumpliendo el papel estratégico desempeñado hasta ahora. Esos ajustes permitirían, asimismo, sentar las bases para asegurar el pleno aprovechamiento de la amplia contribución potencial de la ciencia y la tecnología al desarrollo agropecuario y al crecimiento económico. Este documento pretende analizar algunos de esos factores desde la perspectiva de sus impactos potenciales sobre la estructura y organización de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología.

## II. EL PUNTO DE PARTIDA: LOS INSTITUTOS NACIONALES DE INVESTIGACION AGRARIA

La participación del Estado en la generación y transferencia de tecnologías agropecuarias se fundamenta en dos razones económicas básicas. Por una parte, un alto porcentaje de los beneficios económicos resultantes de la investigación, en especial lo concerniente a las tecnologías agronómicas, no pueden ser apropiados en forma privada; por otra parte, la participación de los beneficiarios finales -consumidores y otros grupos- en los procesos de toma de decisión acerca de las distintas alternativas tecnológicas es dificultosa y técnicamente muy limitada. En las etapas iniciales del desarrollo, esos factores se ven reforzados por un conjunto de otros aspectos de carácter circunstancial, tales como los altos costos y riesgos asociados a la investigación, resultantes de la relativa falta de recursos humanos debidamente calificados y de conocimientos básicos tales como mapas de suelos, información agroclimática, etc. Bajo esas

condiciones, la tecnología agrícola puede considerarse como un bien público; el Estado es el responsable natural de su desarrollo y difusión.

Es en ese contexto que, desde finales de la década de los años 40, en América Latina y el Caribe se inicia el desarrollo de las infraestructuras nacionales de generación y transferencia de tecnología. En aquella época predominaba el convencimiento de que en los países desarrollados existían los conocimientos tecnológicos requeridos para impulsar el desarrollo agropecuario de los países en vías de desarrollo. El problema por resolver era cómo estructurar la transferencia de dichos conocimientos y su adaptación a las condiciones locales. La respuesta fue un modelo institucional orientado, en lo técnico, a asegurar el aprovisionamiento de la tecnología necesaria mediante la transferencia desde los países desarrollados y su adaptación a situaciones productivas específicas y, en lo económico, a socializar los costos de la investigación. Esto sirvió de base conceptual para un importante esfuerzo de asistencia técnica y financiera internacional conducente al desarrollo de las instituciones nacionales de investigación y transferencia de tecnología que hoy conocemos.

En primera instancia, los esfuerzos se concentraron sobre todo en el fortalecimiento de los departamentos y divisiones de investigación de los ministerios de agricultura, que en su mayoría recogían e intentaban integrar las iniciativas diversas desde finales del siglo pasado, en general como respuesta a problemas específicos (pestes, plagas, etc.) o como resultado del esfuerzo de grupos progresistas o individuos visionarios. Muy pronto, resultó claro que la naturaleza eminentemente burocrática de los ministerios era inadecuada para llevar adelante la tarea que se demandaba y se planteó trasladar a la investigación agrícola, y en algunos casos también a la extensión, fuera del marco administrativo de los ministerios de agricultura, de tal manera que se pudiera asegurar un mayor control sobre los recursos y permitir la aplicación de prácticas administrativas apropiadas a las necesidades de los procesos de investigación. Así surgió el modelo de institutos nacionales de investigación agropecuaria que, de mediados de los años 50 en adelante, se difunde por casi toda la región.<sup>3</sup>

Los institutos nacionales constituyen en sus orígenes una auténtica innovación institucional, la cual recogió de forma clara las necesidades y condiciones de la época:

escasa información básica y recursos humanos debidamente calificados, desarrollo institucional relativamente incipiente de las organizaciones sectoriales, mercados de productos e insumos muy poco desarrollados (excepto en los productos tradicionales de exportación), etc. En ese contexto, como era casi lógico por el papel que se asignaba al Estado como único gestor o al menos responsable mayoritario por la generación y transferencia de tecnología, los institutos se desarrollaron como "monopolios" en cuanto a la oferta tecnológica, con responsabilidades de tipo global para cubrir todas las necesidades del sector agropecuario. Como tales, han tenido sin duda alguna un marcado éxito y, con independencia de los ciclos de expansión y decaimiento que los han afectado -que en su mayoría pueden ser interpretados como resultado del propio proceso de desarrollo institucional de los países-, hoy constituyen la infraestructura básica en ciencia y tecnología del sector agropecuario. Sus contribuciones se reflejan no sólo en los aportes tecnológicos que han realizado, sino también en la creación de la base de información (recursos naturales, agroclimatología, etc.) y en la formación de los recursos humanos requeridos como sustento para el desarrollo productivo de la agricultura.

### III. EL CONTEXTO DE LAS INSTITUCIONES DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN LOS 90<sup>4</sup>

Mirando hacia los últimos años de este siglo y comienzos del próximo, se plantea un conjunto de interrogantes en relación con el modelo institucional implícito en los institutos nacionales. Las condiciones a que nos hemos referido están cambiando y en los próximos años los cambios, sin duda, se profundizarán; ello demandará ajustes en el modelo institucional, de tal manera que continúe siendo apropiado para servir a las necesidades de los países y cumplir el papel importantísimo que tiene la actividad pública en estas actividades. En esta sección revisamos algunos de estos cambios, adelantando ideas acerca de lo que pueden significar en términos de organización y funcionamiento de las instituciones nacionales de investigación agropecuaria.



## La Modernización de la Agricultura y las Necesidades Tecnológicas Futuras

El proceso de modernización agropecuaria y el papel que debe desempeñar la agricultura como fuente de crecimiento en las economías de la Región, afectarán de manera significativa la tecnología agropecuaria y, en consecuencia, las prioridades de trabajo, organización y comportamiento de las instituciones de investigación.

En América Latina y el Caribe, una importante proporción de los recursos de los países se encuentra en el sector agrícola; muchos de los productos tienen considerables ventajas comparativas. Además, en su mayoría, los países tienen grandes posibilidades en cuanto a la sustitución de importaciones en ese sector, las cuales se han incrementado aún más luego de los recientes cambios en las tasas reales de cambio. Por tales razones, la agricultura representa un sector clave para la reestructuración y el crecimiento a largo plazo de las economías de la Región. La agricultura desempeñará esta función, en parte, como una de las principales fuentes de divisas; sin embargo, aún más importantes resultan los efectos multiplicadores sobre la economía en general que las mayores inversiones en la agricultura y los más altos ingresos agropecuarios pueden propiciar mediante los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás y por sus efectos a nivel de la demanda final.

Aunque los multiplicadores de demanda final son con frecuencia más altos en los países en desarrollo (Bell, Hazell y Slade, 1982), la industrialización de la agricultura tiene un efecto importante en la economía. A medida que se desarrolla la agricultura, la proporción del valor agregado lograda fuera de la finca aumenta de manera considerable: la tecnología llega incorporada en los insumos comprados, los productos agrícolas son insumos de procesos agroindustriales, la agricultura se transforma en sólo un estadio del sistema alimentario. Este proceso ha llegado más lejos en los Estados Unidos, donde sólo un 10% del valor agregado de los alimentos se produce en la finca, mientras que el 40% proviene de insumos y el 50% restante es procesamiento y valor agregado del proceso de comercialización (Levins y Lewontin, 1985). Obviamente, la situación en América Latina y el Caribe no ha alcanzado esas magnitudes; sin embargo, las tendencias son en esa misma dirección y es de esperar que se profundicen en los próximos años.

El impacto de estos procesos no se canaliza sólo por el mayor uso de insumos de origen industrial (fertilizantes, agroquímicos, maquinarias), sino también, y quizás esto es lo más importante, por la creciente importancia de las etapas poscosecha en la composición del valor agregado de la producción agropecuaria a nivel del consumidor final. Cada vez más, se puede afirmar que para el desarrollo agrícola son más importantes los avances en la transformación de los productos primarios que el mejoramiento de la producción agrícola propiamente dicha.

Esto apunta claramente hacia la necesidad de investigación y desarrollo en áreas tales como almacenamiento y conservación, empaque y otros procesos de tipo agroindustrial que cambien la naturaleza original del producto, ya sea para derivarlo como bien final (harinas, concentrados, etc.) o como bien intermedio de otros procesos industriales (industria textil, industria química/farmacéutica) que hasta ahora no han recibido mayor atención por parte de las instituciones de investigación agropecuaria, pero que son de importancia crítica si es que la agricultura ha de contribuir efectivamente a la reactivación de las economías de la Región. Hacer frente a los requerimientos en estas nuevas áreas de trabajo demandará tanto ajustes de tipo organizativo como una revisión del perfil de los investigadores, con el propósito de desarrollar capacidades en áreas tales como ingeniería de procesos y otras.

Paralelamente, debe considerarse la creciente importancia del sector externo, tanto en lo referente a los productos tradicionales como a los no tradicionales de diversificación. Las tendencias actuales indican que con respecto a éstos últimos, en especial, existen crecientes oportunidades de mercado. Los incrementos en los ingresos en los países desarrollados del hemisferio norte, junto con el mejoramiento de las tecnologías de empaque y conservación y de los medios de transporte, están abriendo mercados hasta hoy inexistentes. Estas tendencias continuarán e incluso se reforzarán, y generarán importantes oportunidades para las economías de la Región. El acceso a esos mercados es, sin embargo, altamente dependiente de la disponibilidad de los paquetes tecnológicos apropiados. En ese sentido, los sistemas nacionales de investigación deberán ajustar sus normas de comportamiento para poder trabajar no tanto a partir de las situaciones de producción existentes en la actualidad, sino principalmente en función de los requerimientos

tecnológicos de las nuevas oportunidades de mercado que se presenten.

### Las Tendencias a la Descentralización y la Participación de Usuarios en el Gobierno Institucional

El modelo institucional de los Institutos Nacionales de Investigación Agraria, si bien incorpora la descentralización administrativa y operativa por medio de sus redes de estaciones experimentales como un componente fundamental, mantuvo un alto grado de centralización tanto en lo que se refiere a sus esquemas decisorios (fijación de prioridades y asignación de recursos) como en lo concerniente a la participación de los usuarios en la tecnología. Asimismo, como se ha dicho, en la mayoría de los casos recibieron un mandato de tipo global, definido en general en términos de aportar el sustento tecnológico para el conjunto de la agricultura, con responsabilidad por todos los productos y regiones del país. En ese sentido, los institutos difirieron de manera significativa del sistema de Land Grant Colleges de los Estados Unidos, del cual tomaron a grandes rasgos sus fundamentos operativos.

La descentralización y especialización funcional por productos y regiones, el alto grado de participación de los usuarios en la definición de actividades y la asignación de los recursos correspondientes, son componentes fundamentales del modelo del Land Grant System y de los sistemas de otros países desarrollados, como por ejemplo Francia, sistemas a los cuales con frecuencia se identifica entre los determinantes de la continuada capacidad de aportar las tecnologías requeridas para el desarrollo agrícola de esos países. El grado de centralización inicial de los institutos puede justificarse tanto por la escasez de recursos humanos y materiales en el campo científico-técnico como por el relativamente incipiente nivel de desarrollo institucional imperante en los países. En ese contexto, resultó casi inevitable la adopción de una solución organizativa única, que se responsabilizara por el conjunto de materias y productos que requerían ser investigados y que permitiera impedir la duplicación de esfuerzos y optimizar el impacto de los pocos recursos disponibles, al tiempo que daba garantías mínimas de que los temas y productos importantes no quedarán desatendidos. Por otra parte, en el complejo contexto institucional de la época, era más fácil crear un solo organismo técnico-científico-profesional, competente, serio y estable, que una serie de instituciones.

El alto grado de centralización reflejó también la importancia e influencia que tuvieron las concepciones de la CEPAL sobre la planificación y el manejo por parte del Estado, de las variables claves de la política económica y social, entre las cuales se contaba la tecnología. Asimismo, esas ideas explican en parte, el limitado grado de participación de los productores en el gobierno de las instituciones. En cierta medida, éstas formaban parte de una política nacional claramente orientada a transformar y modernizar la producción, incluso la de los empresarios rurales. Por lo tanto, era conveniente que éstos participaran poco en la toma de decisiones y en el manejo de los organismos. Esa visión se posibilitaba también por el hecho de que las organizaciones de productores en esa época tenían sólo un desarrollo incipiente y, por lo tanto, difícilmente podían servir de canales para una participación efectiva de los sectores productivos en ese tipo de decisiones.

Luego de tres décadas de profundas transformaciones políticas, económicas y científicas, muchos de los aspectos mencionados han cambiado de manera sustantiva y han dejado de ser válidos por completo.

La disponibilidad de recursos, tanto humanos como materiales, no es ya una limitante definitoria, pues han cambiado muchas de las concepciones básicas mencionadas. Lo más importante, quizás, son las corrientes hacia la descentralización burocrática, que parecen constituir uno de los elementos principales de los programas de modernización del Estado que se implementan en la Región, y el convencimiento generalizado de que la participación plena de los usuarios de la tecnología en la definición de las prioridades y programas de trabajo de las instituciones de investigación, constituye un factor clave para la mayor eficacia de las mismas. En este último aspecto, el alto grado de desarrollo institucional que han alcanzado muchas de las organizaciones de productores es un factor de fundamental importancia, como base de los mecanismos de participación requeridos para una participación ordenada y efectiva. Por otra parte, a nivel político, también se da un proceso de descentralización con una creciente transferencia de poder de decisión de los gobiernos centrales hacia los estados, provincias y regiones, el cual seguramente se profundizará en la medida en que se consoliden los procesos de democratización que están en marcha en la mayoría de los países de la Región.

En este marco es posible anticipar que en los próximos años la tendencia prevaleciente será de apertura de los organismos hacia la participación de los usuarios en sus esquemas de gobierno y de una progresiva especialización y descentralización por productos y regiones. Así como en los 50 se trataba de crear la infraestructura científico-técnica básica, en los años 90 la especialización de capacidades y de estructuras institucionales para aprovechar mejor una base de recursos más diversificada (sector privado, estados, provincias, organizaciones de productores), serán los temas prevalecientes en los ajustes al modelo institucional.

### El Desarrollo de la Biotecnología y su Impacto sobre la Organización de las Actividades de Investigación y Desarrollo Agrícola

La biotecnología, junto con la microelectrónica y los nuevos materiales, constituye una de las bases de un nuevo paradigma tecnológico. Aunque aún incipiente, el proceso de desarrollo de este campo es inexorable. A medida que adquiere mayor velocidad y profundidad, cambia de manera significativa los fundamentos científicos e institucionales de la generación y transferencia de tecnología.

La naturaleza de la nueva biotecnología es radicalmente distinta a la de anteriores tecnologías porque por vez primera, existe información técnica de importancia comercial que se encuentra en las fronteras de la investigación básica en biología molecular y celular, o muy cerca de ella. Eso cambia la tradicional dicotomía entre la investigación básica y la aplicada; también altera toda la estructura de las conexiones interinstitucionales e incluso personales, que permiten el flujo de la información científica. Un indicador de esos cambios es el aumento de importancia, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, de los trabajos que realizan en el campo biotecnológico las universidades y centros de investigación que hasta ahora no tenían experiencia en el campo agrícola.

Este giro plantea un problema significativo para las instituciones nacionales de investigación en América Latina y el Caribe que no tienen vínculos con los nuevos centros en que se produce la información tecnológica básica. E l trabajo biotecnológico requiere un talento científico distinto al que se encuentra en las instituciones tradicionales de investigación agrícola y, lógicamente, los centros mejor "capacitados" ocupan el nuevo espacio de

interés, pues cuentan con los talentos científicos requeridos por las nuevas áreas de trabajo. En ese marco, puede también plantearse que, eventualmente, el obstáculo más grande que impide que las instituciones de investigación de los países en vías de desarrollo participen de manera efectiva en el campo de la biotecnología podría ser, no tanto la falta de conexiones para acceder a la información básica, sino su carencia de personal en áreas estratégicas tales como biología molecular y celular, virología e inmunología (de Janvry et al., 1987; IICA, 1987).

Una segunda faceta importante de la biotecnología es su particular relación con el sector privado (de Janvry et al., 1987). En la Revolución Verde los componentes tecnológicos esenciales provinieron de las instituciones públicas (internacionales o nacionales); en el caso de la biotecnología, el sector privado, estimulado por el hecho de que las tecnologías resultantes son esencialmente susceptibles de protección por patentes, ya constituye una importante fuerza que probablemente aumentará su presencia en el futuro. Aunque las universidades desempeñan un papel importante, el desarrollo de la industria biotecnológica en los países industrializados se caracteriza por los incentivos del mercado y la inversión privada de carácter masivo proveniente de las corporaciones multinacionales y de inversionistas de capital de riesgo que apoyan a las nuevas empresas biotecnológicas. Un indicador del nivel de participación del sector privado es el hecho de que hoy trabajan de manera activa en este campo aproximadamente 300 empresas en los Estados Unidos de América (ver Cuadro 1), 150 en Japón y cerca de 100 en otros países; la Monsanto y la Dupont, dos de las empresas más grandes en este ámbito, han invertido US\$ 150 millones y US\$80 millones respectivamente en la construcción de laboratorios biotecnológicos (Riggs, 1985).

Una característica adicional de la biotecnología, que la distingue del enfoque tradicional, es que está basada en procesos. La tecnología agropecuaria tradicionalmente ha estado vinculada con el desarrollo de un producto en especial; esto ha constituido un factor clave al diseñar la organización de la investigación agrícola y la generación de tecnología (programas y centros por producto, etc.). La biotecnología, por su parte, se basa en procesos y trasciende los límites de los productos. Esta característica afectará, sin duda, la futura estructura de las instituciones de investigación agropecuaria, y favorecerá el desarrollo del equivalente de los actuales

CUADRO 1

## NUMERO DE EMPRESAS DE EE.UU. EN TECNOLOGIAS Y MERCADOS ESPECIFICOS

TECNOLOGIAS	MERCADOS												
	AG	PB	BM	PQ	DG	EN	PA	CO	MN	PS	PF	PD	VT
Cultivo celular	70	113	15	41	110	17	33	16	6	26	86	11	76
Fusión celular	48	104	8	32	111	8	23	9	3	19	67	7	60
Fermentación	60	81	28	53	63	22	42	19	6	27	73	18	46
Enzimología	44	71	16	41	60	14	34	10	4	22	55	12	40
Control de procesos	17	23	5	19	20	4	9	3	0	9	24	3	14
Purificación	46	94	16	51	87	14	31	9	1	18	73	10	52
ADN recombinante	58	87	16	44	80	17	33	15	4	28	70	17	52
Síntesis de genes	8	11	3	4	11	2	3	3	3	4	13	3	8
Purificación en gran escala	35	73	10	36	60	8	26	6	1	16	60	7	35
Separación	45	79	12	43	74	11	31	8	2	17	66	9	45
Secuenciamiento	22	32	3	22	28	6	13	4	1	10	29	4	15
Síntesis	27	45	5	33	41	8	14	3	0	15	39	4	26
<b>TOTAL US\$</b>	<b>110</b>	<b>181</b>	<b>34</b>	<b>88</b>	<b>178</b>	<b>31</b>	<b>66</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>42</b>	<b>140</b>	<b>25</b>	<b>106</b>

AG= agricultura; PB= productos biológicos; BM= biomasa; PQ= productos químicos; DG= diagnóstico; EN= energía; PA= procesamiento de alimentos; CO= combustibles; MN= minerales; PS= pesticidas; PF= productos farmacéuticos; PD= procesamiento de desechos tóxicos; VT= veterinaria.

Fuente: Riggs, 1985, presentado por de Janvry, 1987.

centros disciplinarios frente a los esquemas por producto que prevalecen en la actualidad. En el caso de los países más pequeños, esto puede representar una ventaja importante, ya que permitiría una mayor flexibilidad en el uso de los recursos y, por lo tanto, disminuiría en parte el impacto causado por el hecho de que en algunos productos el valor de la producción no es lo suficientemente grande como para sustentar las inversiones requeridas para su mejoramiento tecnológico.

### La Participación de Organizaciones de Productores y Organismos no Gubernamentales en la Generación y Transferencia de Tecnología

La modernización y el desarrollo han dado a la tecnología una importancia cada vez mayor en el proceso de producción y toma de decisiones en los ámbitos público y privado. En general, a medida que disminuye la disponibilidad de nuevas tierras, el cambio tecnológico se transforma en la única alternativa para aumentar la producción. Además, el uso cada vez mayor de tecnologías no neutrales en cuanto a sus efectos sobre la distribución del ingreso ha hecho que, para ciertos intereses sectoriales específicos, sea cada vez más importante afectar la dirección e intensidad del proceso de cambio tecnológico.

Esta tendencia se ha visto acompañada por el desarrollo y consolidación de organizaciones corporativas de productores agrícolas y, más recientemente, de fundaciones no gubernamentales de investigación, que actúan como actores importantes en el proceso de investigación y desarrollo agrícola. Las organizaciones de productores son importantes en los casos en que prevalecen las estructuras homogéneas de producción (en términos de tipos de finca y concentración geográfica de la producción) y en los cuales el potencial tecnológico ya existe.

Las asociaciones de agricultores del arroz y la caña de azúcar en Colombia son buenos ejemplos de la manera en que los grupos de productores propician una participación cada vez mayor en el desarrollo de tecnología.

En el caso del arroz, la participación de la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ) en las actividades de investigación y desarrollo se remonta a los años cincuenta, pero sólo cuando el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) inicia sus actividades



arroceras en 1970 y crea un importante potencial tecnológico, se establece el triángulo operativo ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)-FEDEARROZ-CIAT, responsable del desarrollo tecnológico de la producción arrocera de Colombia en los últimos años. La iniciativa en cuanto a nuevas áreas de trabajo y responsabilidades de ejecución fueron gradualmente transferidas a FEDEARROZ, a medida que esa entidad se consolidaba y desarrollaba su capacidad técnica. Después que el CIAT inició sus actividades arroceras al principio de los 70, y surgió un sustancial "potencial tecnológico" para ser explotado, la participación directa de FEDEARROZ en sociedad triangular con el CIAT y el ICA cobró mayor importancia.

El caso de la caña de azúcar constituye una situación diferente, pues la asociación cañera (compuesta en especial por los propietarios de los ingenios azucareros) creó un centro de investigaciones independiente, pero vinculado con el sistema público mediante la participación de representantes del Gobierno en su Junta Directiva. Este Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CENICAÑA) tiene actualmente la responsabilidad formal de realizar toda investigación que se haga en el país sobre ese producto (Samper, 1982).

La influencia de las organizaciones de agricultores va mucho más allá de lo que podría esperarse de simples casos de participación directa en actividades de investigación. A medida que se consolidan sus capacidades institucionales y técnicas, desempeñan un papel cada vez más importante en el establecimiento de los programas de investigación de las instituciones públicas (productos lácteos, soya, maíz y aceite de palma en Ecuador) y en el financiamiento de investigaciones (Comisión Nacional del Maíz y Fondo Nacional del Algodón, en el Perú; trigo y cacao en Colombia; tomates industriales en la República Dominicana y Panamá; y el Patronato de Sonora, en México, que abarca numerosos productos) (Barsky, 1985; ISNAR, 1983; Paz Silva y Puigño, 1985).

La intervención de las organizaciones de productores en la adaptación y disseminación de tecnología es también cada vez más significativa; en algunos casos llegan a asumir virtualmente el papel de los sistemas públicos de extensión, mediante el desarrollo de sus propios mecanismos de asistencia técnica. Sobre la base del modelo desarrollado por los Consorcios Franceses Pro Experimentación de la Tecnología Agrícola (CETA), los grupos CREA (Consorcios Regionales de Experimentación

Agropecuaria) de la Argentina sirven como ejemplo de esa tendencia. Establecido a finales de los años 50, el modelo CREA, por medio del cual productores individuales se reúnen para intercambiar información tecnológica y controlar su propia asistencia técnica, se extendió con rapidez durante la década siguiente y cobró fuerza de manera particular en los 70. A principios de los años 80 había en Argentina aproximadamente 150 grupos, con un total de más de 1 500 miembros individuales. El modelo se ha extendido desde entonces a otros países del Cono Sur, en especial Chile y Uruguay, y hay indicios de iniciativas similares en otros países de la Región (Martínez, 1985).

Otro acontecimiento institucional de importancia es el establecimiento de las fundaciones de investigación y desarrollo; al respecto es necesario distinguir entre las que son directamente responsables de realizar las investigaciones y las que sólo financian investigaciones que realizan otras organizaciones de investigación, públicas o privadas.

La Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI) y FUNDESOL, de Venezuela, la Fundación Hondureña de Investigación Agropecuaria (FHIA) y la Fundación Chile son casos que corresponden al primer tipo. Aunque cada una de ellas responde a una situación particular, todas fueron creadas para movilizar el conocimiento tecnológico disponible hacia la resolución de problemas, con una estructura administrativa no burocrática de gran flexibilidad. La investigación aplicada no es la actividad principal, pero todas cuentan con programas de transferencia muy fuertes; en el caso de la Fundación Chile se llega a abarcar incluso el diseño y ejecución de proyectos agroindustriales para explotar oportunidades potenciales de producción o de mercados específicos.

Las fundaciones que financian investigaciones son más recientes y se encuentran aún en la etapa de desarrollo. La Fundación Dominicana de Investigación Agropecuaria en la República Dominicana y la FUNDAGRO, de Ecuador, pertenecen a este grupo. Aunque en la mayoría de los casos estas fundaciones se desarrollaron como respuesta a iniciativas de donantes externos interesados en contar con opciones de apoyo a las instituciones públicas de investigación, éstas aún deben consolidar sus aspectos funcionales y demostrar su viabilidad financiera a largo plazo. La mayoría depende financieramente de asignaciones provenientes de fuentes externas (en especial USAID).

Ya sea que realicen las actividades de investigación y desarrollo de manera directa o se limiten a financiar investigaciones, las fundaciones son importantes porque representan una contribución neta a la capacidad de investigación de los países y constituyen una forma de ampliar la base de apoyo de la investigación.

Potencialmente, las fundaciones pueden llenar dos nichos críticos en el proceso de generación y transferencia de tecnología. El primero es la necesidad de vincular la generación de tecnología con la etapa de su utilización. Las instituciones públicas en su mayoría no han podido cumplir eficientemente con esa función; esto es particularmente importante para los cultivos agroindustriales, pero también se ha demostrado que es una función crítica en situaciones relacionadas con los cultivos alimenticios, tal como lo han puesto de relieve, entre otras, algunas experiencias de FUSAGRI en desarrollo regional. En segundo lugar, constituyen un "banco" institucional de recursos del sector privado para el fomento de la investigación. Cada vez más se concibe a la tecnología mejorada como aporte crítico para el desarrollo agrícola, aunque en la mayoría de los casos el sector privado nacional carece de las dimensiones económicas necesarias para emprender las actividades de investigación y desarrollo requeridas; por otra parte, en razón de su imagen burocrática de poca eficiencia gerencial, las organizaciones del sector público no constituyen una opción atractiva en calidad de receptores directos del financiamiento proveniente del sector privado. En ese contexto, las fundaciones de investigación podrían constituir una base ideal para el desarrollo y el control de la ejecución de proyectos, mientras la investigación en sí se lleve a cabo en centros del sector público, universidades u otras instituciones de investigación, según resulte más apropiado en relación con el tema de que se trate.

### El Desarrollo de Mercados de Insumos Tecnológicos

La modernización agrícola implica una modificación sustancial de los incentivos de mercado para la participación privada en el campo de la generación y transferencia de tecnología. Lo más importante en este sentido es la apertura y ensanchamiento de los mercados de insumos tecnológicos, los cuales no existían antes o eran muy limitados. Hay diversos factores que determinan este fenómeno y que están interrelacionados. El primero es la

tendencia de las semillas, los productos agroquímicos y la maquinaria a adquirir mayor importancia como fuentes de incremento de la producción frente a las prácticas agronómicas. Otro factor es el rápido crecimiento de la agricultura comercial en relación con el sector tradicional, probablemente en razón de su acceso más fácil a los insumos institucionales, tales como el crédito y la asistencia técnica. Junto con el crecimiento del sector comercial, la modernización también implica el desarrollo de la infraestructura de comunicaciones y servicios requerida para trasladar los nuevos insumos hasta el lugar de explotación, lo cual, a su vez, contribuye aún más a la expansión de los mercados de los respectivos productos.

Los incentivos de mercado para la participación privada en actividades de investigación y desarrollo se derivan del crecimiento del mercado y de la reducción de los costos de distribución de los insumos, factores ambos que tienden a reducir los periodos de recuperación de las inversiones en investigación y desarrollo y, en consecuencia, a hacerlas más rentables. Un factor complementario que refuerza el impacto de esas tendencias es la mayor posibilidad de proteger la propiedad de las tecnologías generadas, que surge de la adopción en diversos países, de leyes para la protección de los derechos de quienes se dedican al mejoramiento de variedades de plantas. Estas leyes afectan principalmente lo referido a semillas; en lo referente a agroquímicos, maquinaria y productos veterinarios se aplican las leyes de patentes de invención que regulan al sector industrial y farmacéutico. En tales circunstancias, las industrias de semillas, agroquímicos, fertilizantes y productos veterinarios, que cuentan con programas dinámicos de investigación y desarrollo, han crecido rápidamente.

Esto no es nuevo ni exclusivo de la experiencia latinoamericana. La evolución de la experiencia de Estados Unidos muestra una tendencia similar en su cambio desde un sistema básicamente público y activado por medio de la creación de instituciones de enseñanza superior, bajo el Land Grant System, hasta la situación actual, en la cual aproximadamente la mitad de todos los gastos hechos en investigación agrícola son realizados por empresas privadas.

En América Latina, y probablemente en otras regiones menos desarrolladas, este proceso ha ido más allá de lo que estaría justificado por las condiciones de la modernización regional y nacional, así como por las condiciones de

desarrollo. Esto se debe en gran parte a la importancia cada vez mayor de las compañías multinacionales que operan en esos campos. El carácter multinacional de estas empresas ha reducido algunas de las restricciones del mercado, ya que el conocimiento tecnológico y las innovaciones desarrollados en un país pueden ser utilizados en otro y, por lo tanto, sus inserciones en investigación y desarrollo pueden distribuirse en un área de aplicación de la tecnología resultante mucho mayor (Trigo y Piñeiro, 1981).

Otro mecanismo importante para el desarrollo de las actividades de generación y transferencia de tecnología es el de los complejos agroindustriales, que normalmente se dedican a los cultivos industriales y a productos de alto valor agregado. En muchos casos esas empresas montan sus propias unidades de investigación y desarrollo y sus sistemas de asistencia técnica, con el propósito de asegurarse un aprovisionamiento continuo de materia prima, acorde con las especificaciones de sus procesos de producción industrial y/o de sus mercados (de Janvry et al., 1987). Puede mencionarse una serie de casos importantes de este tipo de participación del sector privado: la industria de productos lácteos de Argentina, país en el cual las grandes cooperativas (SANCOR) y algunas empresas privadas como "La Serenísima" han asumido casi todas las funciones de investigación y desarrollo, incluidas las de asistencia técnica a los granjeros; en Venezuela sucede lo mismo con PROTINAL, una industria de alimentos para animales que ha tomado a su cargo el desarrollo de variedades de sorgo, y el grupo POLAR (de procesamiento del maíz), que ha creado su propia estación experimental para el desarrollo de variedades de soja y maíz. En ambos casos, los esfuerzos iniciales en las áreas de investigación y desarrollo condujeron a la creación de compañías productoras de semillas para vender los productos que originalmente se desarrollaron con el fin de satisfacer las necesidades internas de materia prima.

El caso de las legumbres y las fresas en México es también importante; sin embargo, lo referente a la investigación y el desarrollo está incluido en las actividades de las corporaciones transnacionales involucradas en la exportación de productos frescos o congelados al mercado estadounidense. Ese es también el caso de varias iniciativas más recientes en cuanto a la piña y otras frutas en Centroamérica, que se han desarrollado como parte de la Iniciativa de la Cuenca del

Caribe, programa de promoción del Gobierno de los Estados Unidos de América para facilitar las exportaciones de esa región a los mercados estadounidenses. Puede esperarse que esta forma de participación aumente en forma sustantiva, a medida que aumenta el porcentaje de producción agrícola que debe procesarse antes de llegar a su mercado de destino y conforme se identifican los esfuerzos que se hacen por diversificar las exportaciones agrícolas y aumentar su valor agregado.

### Las Relaciones Sector Público-Sector Privado y las Nuevas Opciones de Financiamiento

Los cambios institucionales que se han producido en los últimos tiempos abren nuevas posibilidades de financiamiento para las actividades de investigación y desarrollo. Esas opciones son importantes ya que frente a la crisis de la deuda, establecer nuevas fuentes de recursos para el proceso de generación y transferencia de tecnología representa, probablemente, una de las pocas formas de mitigar el impacto de la crisis presupuestaria en las instituciones públicas de investigación. Por otra parte, también permiten ampliar la base de apoyo y liberar recursos públicos para su utilización en actividades con externalidades en todo el sistema agrícola, al tiempo que permiten vincular de manera más estrecha al financiamiento de la investigación a quienes se benefician de la misma.

El establecimiento de un vínculo entre el sector público y el sector privado no es, sin embargo, una tarea fácil. En muchos países no existe una tradición de interacción y trabajo conjunto entre ambos sectores y faltan mecanismos institucionales para establecer tal cooperación. Como resultado, el sector privado a menudo encuentra obstáculos para financiar proyectos específicos en instituciones públicas de investigación. A su vez, los científicos del sector público se encuentran muchas veces inhibidos de participar en investigaciones del sector privado y en el desarrollo de aportes modernos.

El ritmo del cambio en este dominio ha sido muy lento, en parte porque hay una larga tradición de suspicacia, pero también porque las empresas privadas en el mundo en desarrollo no han estado tradicionalmente dispuestas a gastar en investigación y desarrollo. Hasta cierto punto, esto se debe al dominio en muchos campos de las corporaciones transnacionales (CTN) y al hecho de que éstas centralizan sus investigaciones en sus casas matrices o las

desarrollan como parte de sus propias redes, sin mayor vinculación con los mercados y condiciones de países determinados. Por su parte, las compañías locales carecen de experiencia y, en muchos casos, de capacidad para traducir y aprovechar los resultados de la investigación en actividades de producción.

La transferencia directa de tecnología del extranjero también ha tendido a limitar la innovación en este campo. En muchos países se han emprendido ya importantes iniciativas para comenzar a desarrollar los vínculos de financiamiento entre el sector público y el privado. Un ejemplo es el caso de las asociaciones de productores y las fundaciones de investigación ya mencionadas. Sin embargo, se necesitan mecanismos más complejos para responder a las nuevas características de patentabilidad y apropiación privada de la tecnología agrícola. Estos mecanismos deben incluir una mayor flexibilidad legal y administrativa para permitir a las instituciones públicas captar y utilizar las ganancias económicas derivadas de las ventas de productos o de la explotación de las patentes. En Argentina se han realizado importantes avances en este campo con la introducción, por parte del INTA, de un sistema de emprendimientos conjuntos (joint ventures) con el sector privado, mediante el cual las empresas locales pueden recurrir a su capacidad en investigación y desarrollo. Este sistema permite, asimismo, fortalecer la situación presupuestaria de la institución y también que sus científicos se beneficien por lo menos con una parte del valor comercial de sus investigaciones (Moscardi, 1988).

El tema de las patentes y de los derechos de propiedad intelectual es un área de creciente importancia, en particular, lo referente al aprovechamiento de las nuevas técnicas biotecnológicas. En los países desarrollados el patrón operativo prevaleciente en cuanto al desarrollo de las biotecnologías es la colaboración entre el sector público y el privado; el número de emprendimientos conjuntos crece con rapidez, como base para un sustancial flujo de recursos desde las empresas privadas hacia las universidades y los centros de investigación especializados del sector público. Un factor estratégico y determinante de esa tendencia ha sido la existencia de leyes y reglamentaciones de patentes que permiten proteger el uso de los posibles resultados; en los países en desarrollo lo más frecuente es que esas disposiciones no existan o que estén desactualizadas. Se trata de un área de trabajo prioritario si se pretende evitar que se amplíe

aún más la brecha ya existente y que se pierdan posibilidades concretas de movilizar importantes fuentes de recursos para la investigación y el desarrollo en el sector agropecuario.

La importancia de una mayor cooperación entre los sectores público y privado va más allá del tema del financiamiento; tendrá también gran impacto en las capacidades de los países para explotar los potenciales de los nuevos descubrimientos científicos, en particular las biotecnologías, en los campos de los insumos agrícolas, así como las nuevas oportunidades de mercado que tienen que ver con los esfuerzos de diversificación de las exportaciones.

En muchos países, en especial los más pequeños, las CTN controlan de hecho las industrias de insumos; las empresas locales son meras distribuidoras de productos de dichas multinacionales. En ese marco, la transición a la biotecnología podría no conllevar un gran cambio. Sin semillas, productos químicos y fertilizantes, difícilmente podrán mantener una mínima competitividad, a menos que la capacidad de investigación y desarrollo del sector público pueda utilizarse para apoyar actividades en los mercados locales y regionales (de Janvry et al., 1987; IICA, 1987).

Un efectivo apoyo en investigación y desarrollo es también clave respecto a las nuevas opciones de mercado. Muchas oportunidades de esta naturaleza ya existen; podrían ser identificadas y hacerse más accesibles por acción de las instituciones públicas. Sin una adecuada cooperación entre el sector público y el privado que asegure el sustituto tecnológico requerido, muchas de estas oportunidades se perderán o sólo serán aprovechadas por las corporaciones multinacionales que cuentan con los esfuerzos de investigación y desarrollo necesarios. De ese modo, los países en desarrollo perderán la oportunidad de acceso a fondos privados que permitirían consolidar la capacidad local para la innovación tecnológica, la cual constituye un elemento crítico de sustento para cualquier estrategia de desarrollo agrícola.

### La Dimensión Internacional del Proceso Tecnológico

La creciente naturaleza internacional del proceso tecnológico es otro factor de importancia para la evolución futura de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología.



No cabe duda de que los esfuerzos iniciales que dieron origen a las instituciones de investigación de los países de la región tuvieron un enfoque esencialmente nacional. El objetivo principal era crear en cada país la capacidad para adaptar los conocimientos existentes a las necesidades locales. Sin embargo, en la medida en que esas capacidades se concretaron y los sistemas crecieron en sofisticación y comenzaron a incursionar en investigaciones de carácter estratégico o básico, ese enfoque también fue cambiando, en especial como consecuencia de la mayor independencia de las consideraciones geográficas o agroecológicas que tiene este tipo de actividades. De esa forma, paulatinamente se ha conformado un sistema de carácter regional que incluye, además de los sistemas nacionales de investigación, un conjunto de iniciativas internacionales que complementan y extienden los esfuerzos nacionales de generación y transferencia de tecnología y que, en el futuro, condicionarán cada vez más la naturaleza y el funcionamiento de las organizaciones nacionales de investigación.

En términos específicos, en la región sobresalen en particular dos tipos de fenómenos. El primero es el desarrollo, durante los últimos 25 años, del sistema de centros internacionales del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GCAIAI). El segundo es la aparición más reciente de redes y programas internacionales de cooperación en los cuales participan de manera directa las organizaciones nacionales de investigación.

Los centros internacionales (tres de los cuales están situados en América Latina: CIMMYT en México, CIAT en Colombia y CIP en Perú) surgieron como mecanismos para garantizar el desarrollo de los conocimientos tecnológicos relevantes para las condiciones del mundo en desarrollo y con el propósito de servir como complemento y apoyo a los institutos nacionales de investigación agrícola. Por su estructura y naturaleza institucional, esos centros tienen la capacidad de concentrar una masa crítica de recursos para hacer frente a problemas específicos y, por su carácter internacional, pueden responder con rapidez en ciertas etapas cruciales del proceso de mejoramiento de cultivos, tales como la recolección y prueba de germoplasma. De esa manera se estructura una complementariedad natural entre los centros -que se concentran en la producción de germoplasma con una capacidad de adaptación relativamente amplia- y los programas nacionales, que se dedican a la selección de los

elementos que mejor se adaptan a las condiciones ambientales particulares y siguen el proceso desde la producción de la semilla hasta la difusión final de las tecnologías.

Durante los últimos 20 años, las instituciones de investigación en América Latina han establecido estrechas relaciones con los centros. Un estudio reciente sobre el impacto de los centros internacionales indica que éstos funcionan en casi todos los países de la región y que, en su mayoría, los países mantienen relaciones de distinto orden con más de un centro. Entre 1962 y 1983 aproximadamente 4 000 personas de América Latina y el Caribe recibieron capacitación en los centros, y los sistemas nacionales han entregado más de 500 variedades de frijoles, yuca, maíz, arroz y trigo desarrolladas a partir de material genético provisto por los centros. Los beneficios son evidentes y están bien documentados en los casos del arroz en Colombia y el trigo en Argentina, así como en otros cultivos de diversos países (CGIAR, 1985).

Los mecanismos de cooperación horizontal, por su parte, constituyen uno de los elementos de mayor importancia para ampliar el impacto de las instituciones nacionales de investigación y transferencia de tecnología y fortalecer sus recursos, ya sea mediante el intercambio de información, una mayor coordinación o el desarrollo de actividades de investigación conjunta. En ese sentido, América Latina y el Caribe disponen de una amplia experiencia en ese tipo de enfoque, dentro de la cual cabe citar algunos casos de particular éxito. A nivel global: el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur (PROCISUR) y el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO); y a nivel de rubros específicos: el Programa Regional Cooperativo de la Papa (PRECODEPA), la Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal de Latinoamérica (RISPAL), el Programa Cooperativo de Frijol de Centroamérica, México y el Caribe, el Programa Andino Cooperativo de Investigación en Papa (Región Andina) (PRACIPA), la Red Regional de Generación y Transferencia de Tecnología en Cacao (PROCACAO), el Programa Regional Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE) y la Red de Investigaciones en Arroz del Caribe, entre otros esfuerzos).<sup>5</sup>

Estas iniciativas se han ido considerando, y algunas de ellas, como el PROCISUR, han entrado ya en su etapa de institucionalización definitiva y son financiadas por los

propios países y no por donantes específicos. Ello implica una importante transformación del ámbito de trabajo de los organismos de investigación, al permitir un mayor y mejor aprovechamiento de las ventajas comparativas de cada sistema y, en consecuencia, un aprovechamiento más eficiente y efectivo de los recursos disponibles. De esta forma, la tendencia futura apuntará a sistemas más integrados e interdependientes, en los cuales los problemas de interés común serán encarados en el marco de esquemas de trabajos basados en la planificación y programación conjunta y, posteriormente, el intercambio de información entre los países participantes. Este tipo de tendencias afectará a todos los países, pero será de mayor importancia e impacto en los de menor tamaño relativo, donde el conflicto entre las necesidades de investigación y los recursos disponibles es más agudo.

### La Privatización del Conocimiento

La importancia cada vez mayor de la biotecnología como una de las fuerzas dominantes en el paradigma científico prevaleciente y la creciente participación del sector privado en las actividades de investigación y desarrollo, tienen consecuencias importantes para el libre flujo del conocimiento científico y para la organización de la actividad científica. A medida que el desarrollo de información técnica con valor comercial se acerca a las actividades de investigación básica, la tradicional dicotomía entre la investigación básica y la aplicada se altera de manera significativa, y sucede lo mismo con la naturaleza y estructura de las conexiones que permiten el flujo de la información científica. Además, la posibilidad cada vez más amplia de patentar los resultados de la investigación implica que una parte cada vez mayor del conocimiento científico que se genera habrá de retirarse paulatinamente del dominio público.

Estas tendencias tienen implicaciones importantes para las instituciones tecnológicas en los países en desarrollo. En un tiempo, esas instituciones recurrieron a las universidades en los países desarrollados (de manera especial a las de Land Grant System de los Estados Unidos) y a los Centros Internacionales de Investigación Agrícola, en búsqueda de resultados de la investigación estratégica y básica. En el futuro enfrentarán de manera creciente una situación en la cual la información que necesitan está controlada por empresas privadas o provendrá de laboratorios científicos con relaciones exclusivas con la

industria privada, en los cuales la información está protegida por patentes o sujeta a las prácticas del "secreto industrial", en vista del potencial valor comercial de las tecnologías que podrían resultar. Los países en desarrollo no tienen relaciones importantes con estas compañías, ni cuentan con fácil acceso a ellas. Este nuevo "complejo académico-industrial" representa un cambio significativo en la estructura organizativa de los sistemas de ciencias agrícolas y de generación de tecnología del mundo en desarrollo (Kenney, 1986). Realmente podría decirse que la lógica misma en la naturaleza institucional de estas entidades de investigación se ve sustancialmente modificada.

En las nuevas circunstancias, es decir, sin tener fácil y libre acceso a la información científica básica y estratégica, no queda claro cómo las instituciones nacionales de investigación agrícola diseñadas como "convertidores tecnológicos" para adaptar las tecnologías disponibles en el orden internacional a las condiciones locales, podrían continuar cumpliendo con sus funciones. Moscardi (1988) cita dos problemas directos a los cuales se tendrá que hacer frente: (i) un acceso más bien lento y cada vez más costoso a los nuevos conocimientos y tecnologías específicas; (ii) el sesgo de nuevas tecnologías en términos de uso de factores y su relevancia para las condiciones locales. Este último es de especial importancia e impacto para las regiones tropicales y subtropicales (Moscardi, 1988).

#### IV. ALGUNOS COMENTARIOS FINALES

Las organizaciones nacionales de investigación han constituido, a lo largo de las últimas tres décadas, la base de los sistemas nacionales de generación y transferencia de tecnología y, como tales, han estado en el centro de un exitoso esfuerzo tecnológico que contribuyó, de manera importante, al desarrollo agropecuario y al crecimiento económico de la Región.

Gran parte de su éxito se ha debido, sin duda, a que en el momento de su creación fueron una respuesta apropiada a las condiciones y necesidades imperantes en los países de América Latina y el Caribe. Desde entonces ha ocurrido un conjunto importante de transformaciones en las sociedades latinoamericanas. En parte, incluso, algunos de estos cambios son resultados directos del propio éxito de las

instituciones de investigación, al generar la base de conocimientos tecnológicos requeridos para el desarrollo agropecuario.

La modernización agropecuaria, el advenimiento de la biotecnología y la creciente dimensión internacional del proceso tecnológico conforman un nuevo marco de referencia en el cual las instituciones públicas ya no son las únicas proveedoras de conocimientos tecnológicos, sino que comparten el escenario con un amplio y cada vez mayor número de opciones, particularmente de origen privado. Asimismo, las capacidades nacionales no constituyen un marco de carácter absoluto; tienen que ser vistas en el contexto de un conjunto de esquemas de cooperación que, en la práctica, actúan como multiplicadores de los recursos disponibles en cada país para su desarrollo tecnológico.

Estos elementos ponen en evidencia la necesidad de revisar el modelo institucional prevaleciente e introducir en él cambios y ajustes, de tal manera que pueda continuar cumpliendo con las exigencias de cada sociedad en cuanto a las innovaciones tecnológicas agrícolas. Esos cambios implicarán una redefinición del alcance de las políticas tecnológicas agrícolas y del papel que las instituciones del sector público deberían jugar en el nuevo contexto. También existe la necesidad de desarrollar mecanismos específicos que hagan frente a temas tales como las interacciones entre los sectores público y privado, y los efectos de la biotecnología en la actividad de los sistemas nacionales. Es importante destacar que, aunque las organizaciones públicas de investigación pudieran haber perdido el cuasi monopolio que mantenían en períodos anteriores, aún constituyen un punto focal de las ciencias agrícolas y de la capacidad tecnológica nacional, y continuarán desempeñando un papel clave y estratégico en el proceso de cambio tecnológico. Se trata de saber cómo adaptar el modelo, de manera que se puedan explotar las oportunidades que implica el proceso de modernización, la diversidad de nuevos participantes y las oportunidades a nivel internacional, mientras se retiene la capacidad de orientar la investigación hacia las prioridades del desarrollo nacional y se mantiene un grado razonable de control social sobre el proceso de innovación.

A nivel global, los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología evolucionarán hacia alcances sectoriales mucho más amplios, como resultado de la mayor y más explícita complementariedad entre los procesos agrobiológicos y agroindustriales

alrededor de insumos y productos. Esto, junto con la mayor diversidad de actores, resalta la necesidad de revisar la naturaleza jurídica de las instituciones públicas e incorporar nuevas figuras que combinen características tanto del ámbito público como del privado, de tal manera que se refleje dicha diversidad y se aprovechen mejor las oportunidades que ofrece la aparición de nuevas y múltiples fuentes de financiamiento.

A nivel de las organizaciones propiamente dichas, será necesario conciliar tendencias en alguna medida contrapuestas. Por una parte, las tendencias descritas demandarán estructuras más descentralizadas, por productos o regiones, dentro de esquemas que permitan una mayor participación de los usuarios de la tecnología tanto en la identificación de prioridades y asignación de recursos como en la propia implementación de las actividades. Por otra parte, los avances en el campo científico apuntan a una organización por disciplina más que por productos y ponen mayor énfasis en las ciencias básicas al conformar la planta de investigadores.

Este aumento de la complejidad a nivel nacional se dará en el marco de una creciente integración e interdependencia a nivel internacional, en la cual cada sistema nacional complementa y amplía su alcance por medio de esquemas de cooperación e intercambio de información que, basados en las ventajas comparativas de cada uno, permiten un mejor y más efectivo uso de los recursos disponibles.

Este documento ha pretendido constituir una consideración inicial acerca de cómo la evolución de algunos aspectos importantes ha afectado, y afectará en el futuro, la naturaleza del modelo institucional; se han discutido algunos de los cambios que ya están ocurriendo y hemos especulado acerca de otros que pueden anticiparse pero aún no se concretan. El tratamiento ha pretendido, en lo posible, recoger experiencias específicas, pero los temas han sido analizados a nivel general. La discusión de situaciones y opciones específicas requerirá, naturalmente, una consideración detenida de las características particulares de cada país.

## NOTAS

- 1 Las ideas y temas que se presentan en este documento han sido desarrollados sobre la base de trabajos previos del autor (Trigo y Piñeiro, 1981; Piñeiro y Trigo, 1985; Trigo, 1986; y Trigo, 1989), así como de otros trabajos (IICA, 1987; de Janvry et al., 1987; Moscardi, 1988). El autor desea hacer explícito su reconocimiento al personal técnico del Programa de Generación y Transferencia de Tecnología del IICA, particularmente a Jorge Ardila, Eduardo Lindarte y Walter Jaffé, por sus contribuciones a las ideas presentadas en el documento.
- 2 Director del Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, IICA.
- 3 Entre las instituciones surgidas de este proceso pueden mencionarse las siguientes: el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, fundado en 1957; el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador, fundado en 1959; el Complejo CONIA/FONAIAP, que funcionó en Venezuela de 1959 a 1961; el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de México, creado aproximadamente en 1960; el Servicio de Investigación y Promoción Agropecuaria (SIPA) de Perú, que tras sucesivas modificaciones llegó a convertirse en 1984 en el Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA); el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), fundado en 1963, y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile, fundado en 1964. En los años 70, pero siguiendo los mismos criterios básicos, fueron creados la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) en 1973; el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA); el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) en Guatemala y el Instituto de Desarrollo e Investigaciones Agropecuarias (IDIAP) en Panamá. Actualmente, se siguen realizando esfuerzos para crear instituciones similares en Uruguay y República Dominicana (Piñeiro y Trigo, 1985).
- 4 A partir de esta sección el trabajo está basado en Trigo, E. J. 1989.

- 5 PROCISUR es un mecanismo de cooperación horizontal y transferencia de tecnología entre los países del Cono Sur de América Latina (Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, Paraguay y Bolivia); abarca cinco productos básicos: trigo, maíz, sorgo, frijol de soya y ganado vacuno. Sus principales actividades son: investigación e intercambio de información sobre cultivos, capacitación e intercambio de personal. El apoyo presupuestario se obtiene de los mismos países, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) que, además, funciona como organismo de administración del Programa. PROCISUR ya cumplió la primera etapa de actividades y en la actualidad se encuentra en proceso de institucionalización.
- PROCIANDINO es un programa de naturaleza similar a PROCISUR que involucra a los cinco países del Área Andina (Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela); abarca cinco subprogramas de trabajo (papa, maíz, leguminosas de grano, oleaginosas y transferencia de tecnología y comunicación).
- Los restantes programas son de naturaleza más simple, en tanto involucran sólo un cultivo o tipo de actividad; sin embargo, todos tienen el objetivo común de lograr un mejor aprovechamiento de las ventajas comparativas de cada país participante a través del trabajo conjunto y el intercambio organizado de información. A continuación se señalan los países participantes en cada caso. PRECODEPA: Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, México y República Dominicana. RISPAL: Estados Unidos de América, México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Perú, Chile, República Dominicana y Guyana. PROCACAO: Costa Rica, Honduras, El Salvador, Guatemala, Belice y Panamá. PROMECAFE: Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, México y República Dominicana. Programa de Arroz del CIAT: México, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Cuba, República Dominicana, Haití, Trinidad y Tobago, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Paraguay, Bolivia, Chile, Uruguay y Argentina. PRACIPA: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela. Programa Cooperativo de Frijol de Centroamérica: México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Cuba, Haití y República Dominicana.



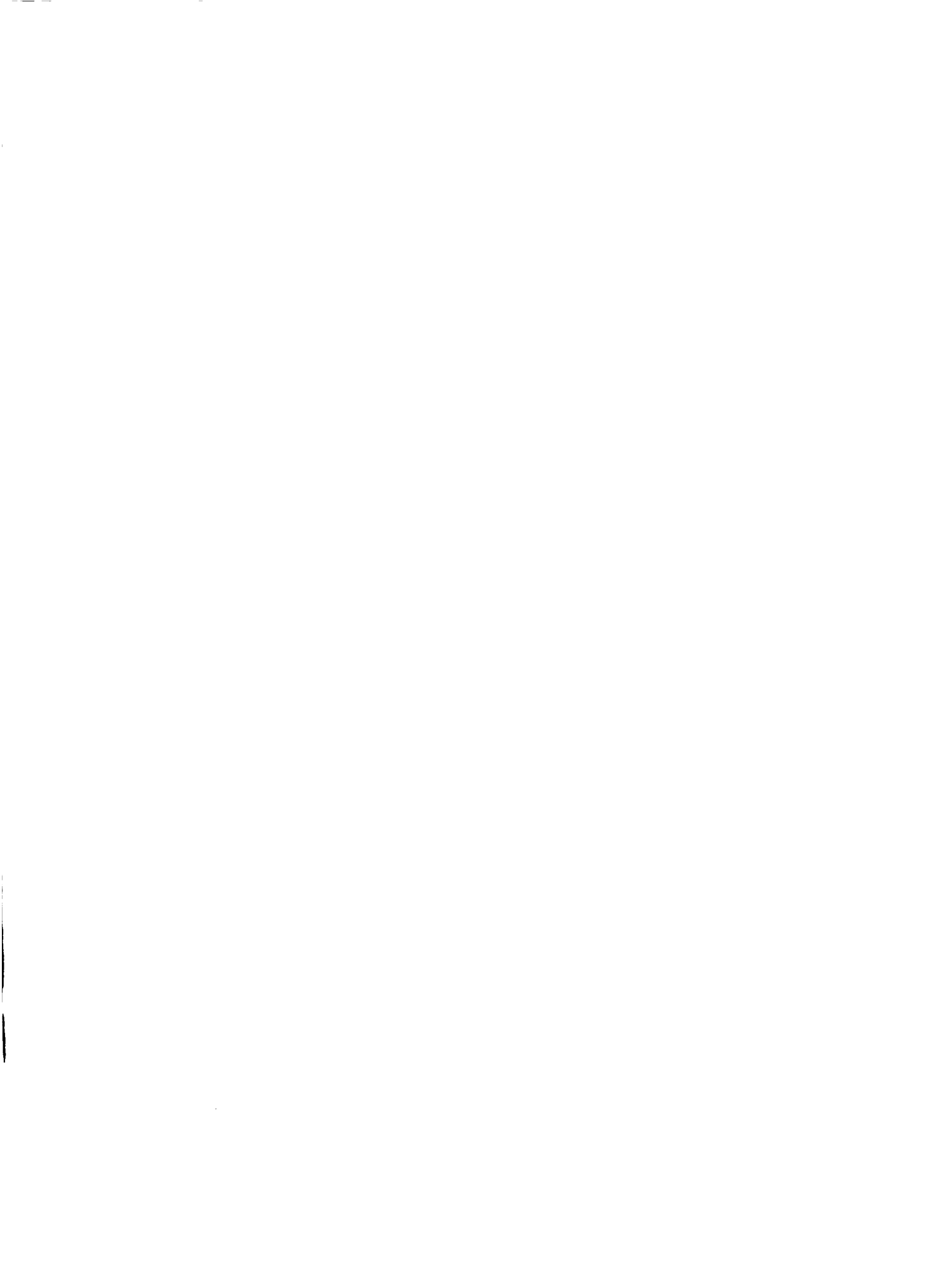
## BIBLIOGRAFIA

- BARSKY, O.** 1985. El sector privado en los cambios tecnológicos del agro ecuatoriano. Quito, Ecuador, FLACSO.
- BELL, C.; HAZELL, P.; SLADE, R.** 1982. Project evaluation in regional perspective. Baltimore, The John Hopkins University Press.
- BUTTEL, F. H.** 1986. Biotechnology and the future of agricultural research and development in Latin America and the Caribbean. In Seminario Internacional sobre Temas Prioritarios y Mecanismos de Cooperación en Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe. Cali, Colombia, CIAT.
- \_\_\_\_\_; **KENNEY, M.; KLOPPENBURG, J. JUNIOR.** 1985. From green revolution to biorevolution: some observations on the changing technological bases of economic transformation in the third world. Economic Development and Cultural Change. 24(1).
- CGIAR (THE CONSULTATIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH).** E.U.A. 1985. CGIAR/TAC review of CGIAR priorities and future strategies.
- GUTIERREZ, M.** 1985. Las funciones del sector público en el mejoramiento genético de los principales cultivos de la región pampeana en Argentina. PROAGRO, Documento N° 3, ISNAR, La Haya, Holanda.
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V.** 1985. Agricultural development: an international perspective. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA).** 1987. Innovación tecnológica para la agricultura en Latinoamérica y el Caribe: problemas, oportunidades y temas. In Reactivación de la Agricultura: Una Estrategia para el Desarrollo. Novena Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura. San José, Costa Rica.

- ISNAR (INTERNATIONAL SERVICE FOR NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH). Holanda. 1985. Serving national agricultural research systems: Lessons from country experiences, 1980-84. La Haya.
- \_\_\_\_\_; 1984. Considerations for the development of national agricultural research capacities in support of agricultural development. La Haya.
- \_\_\_\_\_; 1989. The decentralization process in the Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina. Report to the Council of The Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina. La Haya.
- \_\_\_\_\_; 1983. El sistema de investigación en la República Dominicana. La Haya.
- JAIN, H. K. 1989. Organization and structure in national agricultural research systems. ISNAR. La Haya, Holanda.
- JANVRY, A. DE; RUNSTEN, D.; SADOULET, E. 1987. Technological innovations in latin american agriculture. Program Paper Series N° 4. San José, IICA.
- KENNEY, M. 1986. Biotechnology: the university-industrial complex. New Haven, Yale University Press.
- KLOPPENBURG, J. JUNIOR; OTERO, G. 1985. Social impacts of biotechnology in the U.S. and the third world. In Taller de Planificación sobre Biotecnología y Sistemas Alimentarios en Latinoamérica. San Diego, Universidad de California, Centro de Estudios Estadounidense-Mexicanos.
- LEVINS, R.; LEWONTIN, R. 1985. The political economy of agricultural research. In Seminario sobre Políticas Comerciales y de Precios en la Agricultura Latinoamericana. Cartagena, Colombia.
- MARTINEZ, R. 1985. Los consorcios rurales de experimentación agrícola: evolución e impacto. ISNAR, La Haya, Holanda, ISNAR (PROAGRO, Documento No. 2).

- MOSCARDI, E. 1988. Reflexiones acerca de rubros para la investigación agrícola en América Latina y el Caribe frente a algunos factores que pueden limitar su contribución. In Seminario de Alto Nivel sobre Políticas y Movilización de Recursos para la Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Montevideo.
- PAZ SILVA, L.; PUIGGNO, P. 1985. Potencial y posibilidades de la investigación y extensión agropecuaria privada. Lima, Perú.
- PIÑEIRO, M. 1985. Agricultural research in the private sector: issues and analytical perspectives. PROAGRO. Documento N° 1, ISNAR, La Haya, Holanda.
- \_\_\_\_\_. The development of the private sector in agricultural research: implications for public research institutions. PROAGRO, Documento N° 10, ISNAR, La Haya, Holanda.
- \_\_\_\_\_; TRIGO, E. 1985. Agricultural research in the public sector of Latin America: problems and perspectives. ISNAR, Documento de Trabajo N° 1, La Haya, Holanda.
- RIGGS, L. A. 1985. The biotechnology industry in California and the U.S.: characteristics and progress. In Planning Workshop: Biotechnology and Food Systems in Latin America (1985, San Diego). San Diego, University of California.
- ROCA, W. M.; AMESQUITA, M. C.; VILLALOBOS, V. M. 1986. Estado actual y perspectivas de la biotecnología agrícola en América Latina y el Caribe. Encuesta 1986. Seminario Internacional sobre temas prioritarios y mecanismos de cooperación en investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe. CIAT, Cali, Colombia.
- RUTTAN, V. W.; PRAY, C. E. 1987. Policy for agricultural research. Westview special studies in agriculture science and policy. Colorado. EE.UU.
- SAMPER, A. 1982. La investigación privada en Colombia. Cali, Colombia, CENICAÑA.

- SCOBIE, G. M. 1987. Partners in research. The CGIAR in Latin America. Washington, D. C., Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) (Study Paper no. 24). p. 201-205.
- TRIGO, E. J. 1986. Agricultural research organization in the development world: diversity and evolution. Documento de Trabajo N° 4, ISNAR. La Haya, Holanda.
- \_\_\_\_\_ ; 1989. La participación del sector privado en la investigación agropecuaria: Notas y Comentarios. IICA. San José, Costa Rica.
- \_\_\_\_\_ ; PIÑEIRO, M. 1981. The dynamics of agricultural research organizations in Latin America. Food Policy 6:2-10.
- \_\_\_\_\_ ; PIÑEIRO, M.; ARDILA, J. 1982. Organización de la investigación agropecuaria en América Latina. Reflexiones e instrumentos para su análisis. IICA. San José, Costa Rica.
- \_\_\_\_\_ ; PIÑEIRO, M.; SABATO, J. F. 1983. La cuestión tecnológica y la organización de la investigación agropecuaria en América Latina: Desarrollo Económico V. 23, N° 89.



FECHA DE DEVOLUCION

07 SET 2000

IICA  
PM-A1/SC-90-02

Autor

Título Los sistemas nacionales de  
investigación y transf. de  
tec. agrop. en la década de los 90

Fecha  
Devolución

Nombre del solicitante

07 SET 2000

P. R...



