



HACIA UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA LA REACTIVACION DE LA AGRICULTURA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Eduardo J. Trigo
David Runsten

CA
P-13
89 (COPIA)

13 Julio, 1989
SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS

¿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 31 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, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, 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.



PLAN DE ACCIÓN CONJUNTA PARA LA
REACTIVACIÓN AGROPECUARIA
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



HACIA UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA LA REACTIVACION DE LA AGRICULTURA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Eduardo J. Trigo
David Runsten

13 Julio, 1989
SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS



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

Derechos Reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

La responsabilidad por las opiniones emitidas en esta publicación corresponde exclusivamente a sus autores.

Levantado de texto: Depto. de Composición de Texto, IICA
Montaje de texto: Olman Trigueros
Diseño de cubierta: Mario Loaiza
Producción: Marcelle Banuett B.
Editora de la obra: Danielle Trottier
Editor de la Serie: Michael J. Snarskis

IICA

SDP-13 Trigo, Eduardo J.

Hacia una estrategia tecnológica para la reactivación de la agricultura de América Latina y el Caribe / Eduardo J. Trigo, David Runsten. — San José, C.R. : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1989.

91 p. ; 25 cm — (Serie Documentos de Programas / IICA, ISSN 1011-7741 ; no. 13).

1. Modernización — América Latina. 2. Política científico-tecnológica — América Latina. 3. Transferencia de tecnología — América Latina. 4. Modernización — Caribe. 5. Política científico-tecnológica — I. Runsten, David. II. Título. III. Serie.

AGRIS
E14

DEWEY
303.483

SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS No. 13
ISSN 1011-7741

(MFN-287)
PLI 2
287
7989

INDICE

	Pág.
PRESENTACION	5
RESUMEN	7
1. INTRODUCCION	9
2. LOS DESAFIOS TECNOLOGICOS EN LA REACTIVACION DE LA AGRICULTURA	11
Los requerimientos tecnológicos para la seguridad alimentaria	11
Las demandas tecnológicas del actual contexto económico regional e internacional	17
La modernización agropecuaria y el tipo de desarrollo tecnológico	21
La problemática tecnológica de la pequeña agricultura	25
Los recursos naturales y la sostenibilidad de la producción agropecuaria	31
3. OPORTUNIDADES Y LIMITANTES PARA EL DESARROLLO TECNOLOGICO EN LA REGION	38
La nueva biotecnología: un campo con necesidades de acción inmediata	38
El sistema nacional de investigación agropecuaria: un sistema en transición	43
Los institutos nacionales de investigación	43
Las nuevas orientaciones del desarrollo institucional	51
Las experiencias en generación y transferencia de tecnología para pequeños productores: un desequilibrio entre propósitos y resultados	55
La cooperación horizontal y la transferencia internacional de tecnología	59
Los centros subregionales de investigación y desarrollo	62
Los centros internacionales de investigación agrícola	63
La situación de los recursos humanos para la investigación y la transferencia de tecnología	67

4. AREAS DE ACCION PARA LA DINAMIZACION TECNOLOGICA EN LA AGRICULTURA	70
Necesidades de una política tecnológica agropecuaria de carácter global	71
Fortalecimiento y modernización institucional de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología	73
Generación y transferencia de tecnología al pequeño productor: la necesidad de cambios institucionales y operativos	74
La necesidad de modernizar los sistemas de extensión	76
Desarrollo de mecanismos efectivos de vinculación sector público-sector privado	76
Acciones referidas al desarrollo de la biotecnología	78
Desarrollo de una estrategia común para el aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos	80
Consolidación de la cooperación horizontal y la transferencia internacional de tecnología	81
Consolidación de las infraestructuras regionales de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario	82
Redimensionamiento de las relaciones entre los centros internacionales de investigación agrícola y los sistemas nacionales de generación y transferencia de tecnología	83
Fortalecimiento de los recursos humanos para la investigación y transferencia de tecnología	84
 BIBLIOGRAFIA	 86

LA BIBLIOTECA DE LA FAO
 # 72
 (HFN-15,90)
 1989

PRESENTACION

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en cumplimiento del mandato recibido de parte de los Ministros de Agricultura de la región, en la IX Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura, realizada en Ottawa, Canadá, en setiembre de 1987, se encuentra abocado al desarrollo de un “Plan de Acción Conjunta para la Reactivación Agropecuaria en América Latina y el Caribe”, que constituye un instrumento estratégico para movilizar el enorme potencial del sector agropecuario para contribuir al desarrollo económico y social de los países de ALC.

Como parte de este esfuerzo se ha trabajado en ocho áreas temáticas de importancia para el conjunto de los países de América Latina y el Caribe y consideradas como críticas para la reactivación agropecuaria¹. En cada uno de estos temas se plantea el análisis y discusión de aspectos relevantes para los países como antecedente para el desarrollo de una estrategia común que –al contemplar las particularidades económicas, sociales, tecnológicas y políticas de la región– sirva de marco integrador a los esfuerzos nacionales y regionales orientados a hacer efectivo un nuevo papel para el sector agropecuario en las economías de los países de ALC.

En este contexto el tema tecnológico reviste una importancia capital. A lo largo de las últimas dos décadas el cambio tecnológico agropecuario ha desempeñado un papel estratégico en la evolución de las economías de la región. En gran parte estas contribuciones han sido el resultado de importantes esfuerzos de inversión y desarrollo institucional originados en el sector público desde la década de los 50 en adelante, y sirvieron de base para que se diera en forma continuada la oferta de los nuevos conocimientos tecnológicos requeridos para sustentar los incrementos en la producción y productividad agropecuaria ocurridos durante este período. El proceso de generación y transferencia de tecnología ha sufrido en los últimos años un conjunto de importantes transformaciones, tanto en lo que respecta al contexto económico e institucional como a los aspectos científicos que lo enmarcan. Estos factores sin duda condicionan su funcionamiento, pero también constituyen importantes elementos de oportunidad para lograr un pleno aprovechamiento de la

1 Los temas desarrollados –que serán publicados en esta misma serie– incluyen: “Las políticas macroeconómicas y el sector agropecuario”; “El desarrollo agroindustrial en el proceso de reactivación agropecuaria”; “El papel de la economía campesina en la estrategia de reactivación y desarrollo agropecuario”; “Modernización del Estado para la reactivación y desarrollo de la agricultura”; “Acceso a mercados y comercio intrarregional”; “Inversión y mecanismos para la movilización del capital productivo”; “Recursos humanos y servicios básicos en la modernización agropecuaria”.

contribución potencial de la ciencia y la tecnología al desarrollo agropecuario y al crecimiento económico. El desafío es articular las políticas y acciones específicas requeridas a nivel nacional e internacional para movilizar los recursos disponibles con el fin de aprovechar dichas oportunidades y las ventajas comparativas que tiene la región en la producción agropecuaria como resultado de sus privilegiados recursos naturales.

El documento que aquí se presenta analiza, en primer lugar, los imperativos tecnológicos actuales y su proyección en el mediano plazo; luego los contrasta con las limitantes y factores de oportunidad que se conjugan en los países de la región, como marco para el funcionamiento del proceso tecnológico agropecuario; y finalmente propone un conjunto de áreas de acción orientadas a lograr la revitalización tecnológica de la agricultura. Estas ideas y propuestas se recogen a su turno en los programas de acción de nivel hemisférico y subregional que constituyen la base operacional del “Plan de Acción Conjunta para la Reactivación Agropecuaria en América Latina y el Caribe”.

Los autores expresan sus agradecimientos a los funcionarios del Programa de Generación y Transferencia de Tecnología del IICA, señores Enrique Alarcón, Walter Jaffé, Eduardo Lindarte y Guillermo Villanueva, por sus aportes al contenido de este documento. Asimismo, al señor Roberto Flores por la revisión del borrador final del mismo.

Felix Cirio
Coordinador, Plan de Acción
Conjunta para la Reactivación
Agropecuaria en América Latina
y el Caribe

Eduardo J. Trigo
Director, Programa de
Generación y Transferencia
de Tecnología

RESUMEN

Las economías de los países de América Latina y el Caribe son particularmente sensibles a las variaciones en los precios y demanda internacional de los productos agrícolas. Esta situación se ha agudizado dramáticamente a partir del decenio de 1980, enfrentando a los países de la región al reto de resolver la profunda crisis económica financiera aprovechando al máximo las ventajas comparativas y los recursos disponibles.

Los desafíos tecnológicos que este esfuerzo demanda, tienen varios componentes importantes; por ejemplo, los aspectos que tienen relación con el aumento de la producción y la productividad agrícola y con la seguridad alimentaria; la identificación de los grupos de productores, la evaluación de su situación social y potencial productivo en función de sus sistemas de producción.

En apoyo a lo anterior, las iniciativas de modernización de la agricultura deberán ponderar las ventajas que poseen los productores cuyos sistemas de producción cuentan con acceso a recursos financieros, tecnológicos y otros servicios, y las desventajas que secularmente arrastran los pequeños productores, importantes por su representatividad como grupo social y por su aporte a la producción. Aun cuando el sector campesino ha estado culturalmente marginado y como fuerza productiva tiene un bajo nivel de desarrollo, su amplia representatividad social demanda un importante esfuerzo por mejorar su potencial productivo y promover una sustancial mejora en sus condiciones de vida. La observancia de esta ponderación de factores en estos grupos sociales del sector, establecerá la magnitud y la intencionalidad del esfuerzo que se haga sobre ellos.

Para enfrentar a los desafíos y necesidades tecnológicas, la región cuenta con un vasto caudal de posibilidades; la diversidad genética de cultivos de importancia económica universal es un importante recurso, por cuanto constituye la base sobre la que se edifican las nuevas técnicas biotecnológicas aplicables a las actividades productivas del sector; las nuevas estructuras de los sistemas nacionales vinculados a la actividad agrícola, que comprometen más intensamente al sector privado en las actividades de investigación y desarrollo. Constituyen también herramientas de importancia las experiencias positivas en la cooperación horizontal en la región, la capacidad de los centros internacionales que han desarrollado una vital labor en el campo de la investigación, la transferencia de tecnología y el fortalecimiento de las instituciones nacionales.

Estas oportunidades contrastan con un conjunto de limitaciones que deben ser superadas; en este sentido, deben realizarse urgentes esfuerzos para mejorar la situación de los institutos nacionales de investigación y transferencia de tecnología, que si bien representan un capital

de inestimable valor y de gran impacto en el desarrollo de la productividad de la región en los últimos años, han sufrido un progresivo deterioro como reflejo de la crisis. En el campo operativo, las experiencias negativas en las actividades de generación y transferencia de tecnología constituyen también un factor que debe reconsiderarse en su diseño.

La resolución de las situaciones de crisis requiere necesariamente la implementación de soluciones regionales mediante la integración de esfuerzos. Los campos de acción para el desarrollo de una estrategia conjunta en este sentido son variados; entre otros, deberán canalizarse importantes recursos en la formación y especialización de cuadros profesionales en biotecnología, que le otorguen a la región independencia técnica y científica. Esta disciplina está modificando los patrones tradicionales de producción y productividad del sector; su potencial de inducir cambios dramáticos podrá incidir de manera importante al interior de las economías locales, con la posibilidad de proyectar este impacto al ámbito regional y extrarregional. Asimismo, en el campo de la investigación en general será preciso definir los tópicos que deberán desarrollarse prioritariamente y que representen los intereses de conjunto. Las estrategias regionales deberán contemplar la urgencia de acciones en el área de la conservación de los recursos naturales y consecuentemente el aprovechamiento integral y racional de los mismos.

En el marco de las relaciones entre las instituciones nacionales y los centros internacionales deberán establecerse nuevos mecanismos de colaboración a la luz de las nuevas responsabilidades que deben ser asumidas por las instituciones nacionales como respuesta al desarrollo y crecimiento de la capacidad de los países, como también a la necesidad de que estas nuevas responsabilidades se transformen en un impulso adicional a su actividad. Por otra parte, estos ajustes deben traducirse en un mejor aprovechamiento de las capacidades de los centros internacionales de investigación.

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 ayudado a transformar notablemente la estructura del sector agropecuario y el bienestar de los individuos que lo componen. Por otra parte, el impacto amplio, profundo y frecuentemente asimétrico que tiene la innovación tecnológica en la organización socioeconómica, 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 el actual contexto nacional e internacional que enfrentan los países de América Latina y el Caribe, esas preocupaciones cobran aún mayor importancia. No cabe duda que sólo un esfuerzo productivo de gran magnitud permitirá la resolución de la profunda crisis económico-financiera que esos países atraviesan, y que dicho esfuerzo no será posible si no se aprovechan al máximo los recursos disponibles y las ventajas comparativas de la región. Dentro de este planteamiento, el componente tecnológico desempeña un papel crítico como instrumento para la movilización de la capacidad reactivadora de la agricultura. En este sentido, las acciones específicas por emprender deben, por una parte, recoger las implicaciones tecnológicas de la situación actual y futura de la agricultura y, por otra parte, reflejar la evolución de las dimensiones científicas, institucionales y socioeconómicas que afectan al proceso de generación y transferencia de tecnología. Es necesario anticipar los desafíos tecnológicos a enfrentar e identificar qué factores de oportunidad se deben utilizar y cuáles limitantes es necesario superar para aprovechar en su plenitud la contribución potencial de la tecnología al desarrollo agropecuario y al crecimiento económico.

Bajo estas consideraciones, el presente documento revisa los desafíos, oportunidades y limitantes que enmarcan la definición de la estrategia tecnológica que se debe seguir para que la agricultura haga efectiva su contribución a la reactivación de las economías de la región, para luego plantear globalmente algunas áreas de acción que deberían contemplarse en dicha estrategia.

En la primera parte se discuten con algún detalle los desafíos tecnológicos a enfrentar en la reactivación de la agricultura; se resaltan algunas dimensiones, tales como las implicaciones del actual contexto económico regional e internacional, los requerimientos tecnológicos para la seguridad alimentaria y la modernización de la agricultura, la situación particular de la pequeña agricultura y el tema de los recursos naturales y la sostenibilidad de la producción.

En la segunda parte del documento se analizan las oportunidades y limitantes para la innovación tecnológica, con énfasis en el análisis de los nuevos desarrollos en el campo de la biotecnología, la situación de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de

tecnología, la creciente participación del sector privado en este tipo de actividades, la problemática institucional que enfrenta el sector de pequeños productores y la creciente internacionalización e importancia de la cooperación horizontal en el proceso tecnológico.

Finalmente, la tercera y última parte plantea un conjunto de áreas de acción a incluir en una estrategia tecnológica para la reactivación de la agricultura. Se incluyen los aspectos globales de política tecnológica y los ajustes institucionales que se requieren, tanto a nivel del sector público como en relación con el sector privado; propuestas específicas en áreas como la biotecnología, la generación y transferencia de tecnología al pequeño productor, y el desarrollo de los recursos humanos requeridos por estas actividades.

LOS DESAFIOS TECNOLOGICOS EN LA REACTIVACION DE LA AGRICULTURA

Los requerimientos tecnológicos para la seguridad alimentaria

En términos de producción de alimentos y en comparación con otras regiones del mundo en desarrollo, América Latina y el Caribe han registrado un comportamiento global razonable. La producción agropecuaria total en la región creció a una tasa de 2.7% por año durante la década de los sesenta, la cual fue semejante al promedio mundial, pero en la década de 1970 la tasa anual de crecimiento subió al 3.3%, una de las más altas del mundo. Sin embargo, este comportamiento no fue homogéneo al interior del sector; la producción de alimentos básicos creció en los setenta sólo un 1.7% anual vs. un 4.3% en los años sesenta (Cuadro 1). Esta tendencia es similar para toda la región.

Durante el mismo período las importaciones agrícolas crecieron más rápidamente que las exportaciones (9.3% vs. 2.7% por año), lo que transformó la creciente dependencia de las importaciones de productos alimenticios básicos en una preocupación importante en numerosos países. Esto es especialmente cierto en Centroamérica y el Caribe, pero también se da en algunos países andinos y México. El Cuadro 2 presenta el nivel promedio de importaciones de productos básicos como porcentaje del consumo total de estos productos en varios países, y el Cuadro 3 muestra la evolución de la dependencia de las importaciones en términos de equivalentes energéticos.

De 1980 en adelante, si bien la situación de la balanza comercial mejoró y la agricultura se comportó mejor que otros sectores, la producción creció más lentamente que en el período anterior, a sólo 1.9% por año.

En términos per cápita la producción de cereales, raíces y tubérculos, y oleaginosas ha declinado continuamente desde 1970 (Cuadro 4); sólo Brasil, Perú, Panamá y algunos países del Caribe muestran mejoras en la producción per cápita entre 1980 y 1985 (Cuadro 5), y si bien la mayoría de los países tienen una mejor autosuficiencia alimentaria que la mayor parte de los de África o Asia, el fracaso generalizado a lo largo de las últimas tres décadas en mantener el crecimiento de la producción en línea con los aumentos de población, constituye una preocupación de envergadura por las dimensiones que podría alcanzar esta diferencia en el largo plazo.

Los factores determinantes de esta tendencia son variados y, sin duda, su análisis en profundidad sólo es posible a nivel de situaciones productivas específicas por países. A pesar de ello es posible resaltar dos tipos de problemas que tienen claras implicaciones con respecto al esfuerzo de investigación y desarrollo tecnológico requerido para el futuro. Por un lado, el desplazamiento de la demanda de alimentos resultante del proceso de urbanización y por otra, el relativo fracaso en intensificar la producción y desarrollar tecnologías adecuadas para los pequeños productores y los productos tradicionales.

Cuadro 1. Tasas de crecimiento anual de producción, área cosechada y producto por hectárea de alimentos principales^a en América Latina 1961/1970 y 1971/1980

Subgrupo de países	Período	Producción %	Tasa crecimiento anual		Producto por hectárea %	Contribución relativa al crecimiento de producción	
			Área cosechada %	Producto por hectárea %		Área cosechada %	Producto por hectárea %
América Latina	1961/1980	2.79	1.47	1.30	53	47	
	1961/1970	4.26	2.75	1.47	65	35	
	1971/1980	1.66	0.61	1.04	37	63	
México, América Central y el Caribe	1961/1980	3.34	0.58	2.74	18	82	
	1961/1970	5.75	2.15	3.53	38	62	
	1971/1980	2.65	-0.08	2.73	b	100	
Sudamérica Tropical ^c	1961/1980	2.81	2.59	0.22	92	8	
	1961/1970	4.60	3.73	0.84	81	19	
	1971/1980	1.77	1.83	-0.06	100	b	
Cono Sur ^d	1961/1980	2.31	0.14	2.17	6	94	
	1961/1970	2.52	1.60	0.90	64	36	
	1971/1980	0.65	-1.42	2.10	b	100	

a Cereales, raíces y tubérculos, legumbres y nueces.

b Negativo.

c Sudamérica Tropical incluye Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Suriname y Venezuela.

d Cono Sur incluye Argentina, Chile y Uruguay.

Fuente: Valdés y Muchnik 1984:16.

Cuadro 2. Nivel del componente importado de productos básicos (porcentajes)

	Nivel medio ^a	
	1970-1980	1970-1985
Bolivia	16.0	11.0
Brasil	12.0	4.0
Colombia	11.0	3.0
Costa Rica	31.0	31.0
Chile	18.0	14.0
Ecuador	17.0	13.0
El Salvador	19.0	17.0
Guatemala	17.0	9.0
Guyana	30.0	23.0
Haití	16.0	11.0
Honduras	18.0	12.0
Jamaica	47.0	55.0
México	17.0	13.0
Nicaragua	19.0	16.0
Panamá	26.0	26.0
Paraguay	10.0	2.0
Perú	22.0	20.0
República Dominicana	21.0	19.0
Trinidad y Tobago	67.0	84.0
Venezuela	38.0	45.0

a Corresponde a la media de las importaciones sobre el consumo aparente en los períodos indicados.

Fuente: FAO/Anuarios de Producción 1970-1985.

Durante los años setenta y como consecuencia del crecimiento de los ingresos y la urbanización, se produjeron importantes cambios en la dieta. El trigo y el arroz han reemplazado al maíz y otros cereales tradicionales en muchos casos; ha habido un importante aumento en el consumo per cápita de aceites vegetales, pollos, huevos y productos lácteos (y por consiguiente un aumento en alimentos de consumo animal); y ha declinado el consumo de raíces y tubérculos (yuca, papas) y frijoles (Valdés y Muchnik 1984:10). En algunos países (Brasil) estos cambios se absorbieron sin mayores desajustes; otros (México, Perú) tuvieron que recurrir crecientemente a la importación. Si bien la caída de los ingresos reales en los últimos años ha reducido las presiones de demanda en otros productos, estas tendencias continúan latentes y deben ser tenidas en cuenta para anticipar el perfil de la demanda tecnológica en el futuro.

En parte los cambios mencionados resultan de cambios en los ingresos y los sistemas de mercadeo, pero también son consecuencia de variaciones en los precios relativos (Cuadro 6). Los precios fueron afectados tanto por la fijación de precios y subsidios por parte de los gobiernos como por la tecnología. Aunque la importancia de ésta en la producción ha variado

Cuadro 3. Evolución del componente importado de la energía alimentaria disponible en los países de América Latina y el Caribe 1961-1983 (porcentajes)

	1961-1963	1969-1971	1974-1976	1979-1981	1981-1983
Argentina	0.8	1.5	0.4	0.9	0.5
Bolivia	26.4	23.1	21.1	26.1	23.5
Brasil	8.3	6.2	7.0	11.3	9.7
Caribe (promedio)	54.3	56.7	54.0	52.4	55.5
Chile	26.7	23.2	36.7	36.0	38.9
Colombia	5.1	6.8	7.6	9.5	10.3
Cuba	44.6	48.8	46.2	43.6	43.4
Costa Rica	18.2	25.9	21.0	22.9	21.3
Ecuador	5.1	7.3	11.8	16.2	20.0
Guatemala	8.6	7.5	8.1	10.9	9.2
Haití	7.3	6.9	10.4	18.8	19.4
Honduras	7.9	9.8	11.3	14.7	11.3
Jamaica	6.4	20.2	20.7	18.5	21.3
México	2.0	2.2	9.5	16.1	14.6
Panamá	17.7	23.9	21.8	25.8	25.1
Paraguay	16.3	9.3	6.8	8.1	7.3
Perú	17.8	21.3	24.5	29.3	32.6
República Dominicana	9.9	15.3	23.4	23.5	23.2
Trinidad y Tobago	11.7	35.9	40.8	46.2	51.0
Uruguay	10.9	11.5	5.2	10.3	5.6
Venezuela	24.0	24.2	30.0	44.2	45.7

Fuente: FAO 1988b:13.

Cuadro 4. América Latina y el Caribe: tasas de crecimiento de la producción agrícola total y per cápita, 1971-75, 1976-80 y 1981-87

	1971-1975		1976-1980		1981-1987	
	Total per cápita		Total per cápita		Total per cápita	
	%		%		%	
Total de la agricultura	3.2	0.7	3.3	0.9	1.7	-0.6
Alimentos	3.6	1.0	3.0	0.6	1.9	-0.4
Productos no alimenticios	1.0	-1.5	5.6	3.1	-0.2	-2.4
Cultivos	2.7	0.2	2.9	0.6	2.0	-0.2
Cereales	1.8	-0.7	-2.4	-4.7	1.6	-0.7
Raíces y tubérculos	-1.0	-3.4	0.2	-2.2	0.9	-1.4
Caña de azúcar	3.2	0.7	4.0	1.7	4.1	1.8
Legumbres	-1.0	-3.5	1.9	-0.5	-1.5	-3.7
Cultivos oleaginosos	13.3	10.5	7.6	5.1	4.5	2.2
Café	0.1	-2.4	10.8	8.2	0.3	-1.9
Productos pecuarios	4.0	1.5	3.8	1.4	1.2	-1.0
Carne	4.0	1.5	3.7	1.3	0.8	-1.4

Fuente: FAO/Anuarios de Producción 1970-1987.

mucho de un sector a otro (Elías 1985), no cabe duda que su importancia es creciente en todos los casos. En este sentido, los precios relativamente altos de algunos alimentos básicos tradicionales (frijoles, yuca, vegetales locales) se deben no sólo a los subsidios a la producción y cultivos de otros productos, sino también a un sesgo en la investigación que favoreció a ciertos rubros con demandas urbanas y la correspondiente falta de investigación y tecnología en muchos de los cultivos “campesinos”. La falta de crédito, extensión y otros servicios completan el cuadro de situación de estos casos.

La tendencia a subsidiar las crecientes demandas urbanas ha tenido como consecuencia no sólo el incremento de las importaciones de cereales en los países que no tienen condiciones para expandir su producción, sino también la discriminación en contra de los que se dedican al cultivo de productos tradicionales, lo cual ha creado significativos desincentivos al incremento de la producción. La reversión de estas tendencias y la declinación secular en la producción per cápita exigiría no sólo un mayor énfasis en cereales, oleaginosas, productos anuales y otros productos “urbanos”, sino también una rediversificación de las dietas hacia

Cuadro 5. América y el Caribe: tasa de crecimiento per cápita de la producción, las importaciones y las exportaciones de alimentos 1980-1985

País	Producción	Importaciones	Exportaciones
	%	%	%
Bolivia	-2.1	-4.1	-23.3
Brasil	1.0	-7.5	4.3
Chile	-0.4	-17.6	8.4
Colombia	-1.0	-1.0	-4.5
Costa Rica	-1.4	-8.2	-5.3
Cuba	2.5	0.8	1.1
República Dominicana	0.8	-6.4	-1.3
Ecuador	-1.2	-3.4	-7.7
El Salvador	-1.3	-2.8	1.9
Guatemala	-0.6	-8.1	-5.8
Guyana	-4.6	-21.0	-7.8
Haití	-0.8	-1.1	-6.7
Honduras	-4.6	-13.7	-5.5
Jamaica	1.5	0.3	2.2
México	-0.6	-6.9	2.2
Nicaragua	-2.7	-10.5	-13.2
Panamá	0.2	-1.6	-1.8
Paraguay	0.0	-6.7	17.7
Perú	1.0	-8.7	3.8
Trinidad y Tobago	-1.0	2.6	-7.1
Uruguay	-0.1	-8.4	2.1
Venezuela	-1.5	-4.9	3.5
América Latina	-0.02	-5.8	1.8

Fuente: FAO 1988d.

Cuadro 6. Precios relativos al consumidor de raíces y tubérculos (equivalente energético) en áreas urbanas de América Latina y el Caribe (años más recientes)

País	Productos	Proporción de precios
Brasil	Harina de yuca/ harina de trigo	3.0
Bolivia	Papas/arroz	1.4
Chile	Papas/harina de trigo	1.0
Colombia	Yuca/arroz	1.6
República Dominicana	Yuca/arroz	1.8
Ecuador	Papas/arroz	1.3
El Salvador	Papas/arroz	2.7
Jamaica	Ñame/maíz	4.7
Paraguay	Yuca/maíz	0.8
Perú	Papas/arroz	2.1

Fuente: FAO 1987.

los cultivos tradicionales bien adaptados y en los cuales la región tiene ventajas comparativas. Esto requiere una tecnología mejorada para reducir costos de producción y precios, y estrategias de procesamiento y comercialización adecuadas para satisfacer los gustos urbanos.

Valdés y Muchnik (1984) encontraron que la proyección del crecimiento de la demanda de alimentos en América Latina, antes de la crisis de 1980, era de 3.5% por año. De mantenerse el actual crecimiento de la población (2-3% por año), una relativamente modesta recuperación de los ingresos traería un drástico desbalance frente al actual crecimiento de la producción del 1.9% por año.

El crecimiento en los precios traería aparejada alguna respuesta de producción, pero se requerirá un esfuerzo tecnológico a lo largo de todo el espectro de productos y productores si se quiere evitar un deterioro aún mayor de la situación de seguridad alimentaria. La mayor parte del crecimiento de la producción en la región ha provenido de la expansión de la frontera agropecuaria: en la medida en que hoy ya se ha utilizado el grueso de las tierras con mayor capacidad productiva, esta opción ya no representa una alternativa efectiva para asegurar el crecimiento de la producción. En consecuencia, la opción debe darse por medio de la intensificación tecnológica en las áreas que ya están bajo cultivo y aquellas que con la incorporación de tecnología podrían ponerse a producir.

Las demandas tecnológicas del actual contexto económico regional e internacional

Un conjunto de elementos resultantes tanto de la evolución de los mercados internacionales de productos agropecuarios como de la crisis económico-financiera que viven los países de la región, constituyen factores determinantes de la naturaleza del cambio técnico que se requiere en las próximas décadas.

En primer lugar, desde 1980 se ha registrado una fuerte baja en los precios internacionales para productos agrícolas y resulta poco probable que, al menos durante la próxima década, se produzca una recuperación considerable. Entre 1980 y 1986, los precios del trigo disminuyeron en un 43%, los del arroz en un 53% y los precios de otros cereales en un 49%. Durante ese período los precios de ciertas exportaciones tropicales tales como el azúcar, también han caído significativamente. Esta disminución no constituye más que la última fase de una baja continua de los precios durante los últimos 100 años, con dos excepciones: el período de la Guerra de Corea y la crisis mundial de la alimentación de 1973 a 1975. De acuerdo con previsiones del Banco Mundial para el año 2000, después de 1987 se registrará solamente una ligera recuperación del nivel de precios (Mitchell 1987); se prevé que para ese año las tasas anuales de crecimiento de los precios en dólares constantes serán de 1.4% para el arroz, 0.3% para el trigo y 2.0% para el maíz. Las negociaciones sobre el sector agrícola realizadas en el marco del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) podrían contribuir a un aumento del nivel de precios para los cereales en el mercado mundial, aunque no es probable que ello se logre antes de algunos años. La incapacidad de los países latinoamericanos para subsidiar a la agricultura al mismo nivel que los países industrializados los pone en una desventaja competitiva que sólo puede ser compensada por menores costos de producción (de Janvry, Runsten y Sadoulet 1987:12-13).

En ese contexto, la tecnología deberá propiciar un considerable aumento de la productividad, con el fin de asegurar la competitividad futura de los sectores comerciales de la agricultura regional. Ello se aplica en particular a aquellos países que comercian con productos de las zonas templadas en el mercado mundial y que, por lo tanto, compiten con productos de la Comunidad Económica Europea (CEE) y de los Estados Unidos. A medida que el proceso tecnológico reduzca los costos y precios en los principales países competidores, avances tecnológicos similares deberán estar disponibles para su adopción por parte de los productores de América Latina y el Caribe (de Janvry, Runsten y Sadoulet 1987:13). Lo que se necesita es una reducción en los costos unitarios de producción, lo que requiere una reevaluación del patrón tecnológico seguido hasta el momento, para tomar en cuenta las diferencias en costos de los factores de producción que existen con respecto a los países industrializados.

Paralelamente, como consecuencia de la crisis, desde 1980 en casi todos los países se han registrado importantes reajustes al alza en los tipos de cambio reales. Dichos ajustes se han efectuado como respuesta a la crisis económica (como parte de las políticas de estabilización y ajuste). Además, los gobiernos de la región reconocen cada vez más la necesidad de adoptar políticas de precios más ortodoxas que las destinadas a apoyar la sustitución de importaciones y la industrialización, que incidieron en la acumulación e incremento de la deuda. Las varias medidas adoptadas en el proceso de ajuste han contribuido a una valorización de la moneda local y, consecuentemente, a una disminución de los tipos de cambio reales. Tales variaciones en los tipos de cambio tienden a modificar tanto los precios relativos a nivel de productos como las ventajas comparativas del sector agrícola de América Latina y el Caribe. Para que los productores puedan beneficiarse de las oportunidades resultantes de este

proceso deberán, por una parte, tener la capacidad de reasignar los recursos hacia nuevos sectores comerciales en los cuales el país haya adquirido ventajas y, por otra, tener disponibles tecnologías adecuadas a esas nuevas condiciones (de Janvry, Runsten y Sadoulet 1987:13).

En cuanto a investigación y desarrollo, esto hace que los esfuerzos de investigación deban concentrarse en parte en las actividades que presentan ventajas comparativas dinámicas. Es posible visualizar en términos abstractos las ventajas comparativas de un país y prever cómo cambiarán a medida que los precios y las disponibilidades de los mismos también cambian; sin embargo, para aprovechar los beneficios potenciales es necesario resolver una serie de obstáculos y restricciones institucionales en áreas tales como infraestructura, acceso a mercados y disponibilidad de tecnologías. Un elemento importante en este proceso es disponer de estudios de factibilidad y comparaciones de costos, así como información detallada de la dinámica del consumo y el intercambio de productos a escala mundial.

Un tema relacionado con el análisis que aquí se realiza es la necesidad de una mayor diversificación de las exportaciones agropecuarias, para reducir el impacto de los cambios bruscos de precios en los mercados internacionales. Esto se puede lograr vía un mayor procesamiento de las materias primas o, en su defecto, a través de la incorporación de actividades agrícolas y pecuarias de exportación particularmente atractivas, las cuales sean demandantes de aquellos factores cuyo uso intensivo represente beneficios adicionales. Por ejemplo, los que se obtendrían por incremento del uso de mano de obra en zonas donde, por su disponibilidad, los beneficios no sólo estén representados por su bajo costo, sino también por las oportunidades de empleo que ello significa. Cualquier estrategia en esta dirección requerirá un mayor énfasis de investigación en estos productos. Inicialmente, ciertos logros podrán ser posibles, sin o con muy poco apoyo de investigación y desarrollo; los casos de flores en varios países (Colombia, Costa Rica) y de los vegetales congelados en México son buenos ejemplos en este sentido. Sin embargo, en el largo plazo un adecuado esfuerzo es indispensable. El caso de las frutas de exportación en Chile es indicativo de esta relación y muestra cómo la investigación y su desarrollo son actividades cruciales para mantener estas industrias en el largo plazo (Venezian 1987).

En vista de que los precios internacionales seguirán siendo inestables, las instituciones que se ocupan de la investigación tendrán que demostrar una considerable flexibilidad para reasignar sus recursos. La investigación, por su propia naturaleza, es una labor a largo plazo que tiene importantes economías de escala y largos períodos de desarrollo; por lo tanto, la búsqueda de formas para lograr la flexibilidad de los programas de investigación, así como la elección de productos con comportamiento dinámico y que reflejen las relaciones reales de precios imperantes en el país, constituirán un importante desafío en el futuro (de Janvry, Runsten y Sadoulet 1987:13).

Una consecuencia de peso para la agricultura en este nuevo contexto es que las políticas de estabilización y ajuste no sólo han modificado la estructura de los precios relativos entre los bienes transables y no transables, sino que también han reajustado la estructura de costos de acuerdo con la proporción relativa de los insumos transados y no transados. Las devaluaciones monetarias han contribuido al aumento de los precios de todos los insumos importados. Con el aumento del desempleo y la creciente inflación, el costo real de los salarios se ha reducido drásticamente en la mayoría de los países (Cuadro 7). Como resultado de ello, los agricultores que utilizan tecnologías capital-intensivas que suponen bajos costos de mano de obra y que tienen un alto componente de importación se han visto perjudicados por el reajuste de precios, mientras que los agricultores insertados en la estructura de costos

Cuadro 7. Países de América Latina: tasas anuales de crecimiento promedio en salarios reales agrícolas y no agrícolas 1965-1984

País	Nivel salarial %	Agrícola		No agrícola	
		1965-1980 %	1980-1984 %	1965-1980 %	1980-1984 %
Argentina	promedio	-2.3	a	-2.4	
Brasil	promedio	3.5	- 4.3	1.4	- 9.2
Chile	mínimo	2.0	- 0.6	-3.3	- 6.6
Colombia	promedio	3.3	- 1.2	0.2	4.9
Costa Rica	promedio	5.8	- 4.5	3.0	- 4.5
Ecuador	mínimo	1.1	-12.2	2.2	-14.5
El Salvador	mínimo	-1.1	-12.4	1.3	- 8.6
Guatemala	promedio	-2.1	3.2	-4.0	- 1.0
Honduras	mínimo	0.2	1.1	-3.6	- 2.2
México	mínimo	3.4	-12.4	2.5	-12.8
Panamá	mínimo	2.0	- 0.6	-1.7	- 3.7
Paraguay	mínimo	-0.5	- 3.5	-2.7	- 3.5
Uruguay	promedio	-0.7	- 6.5	-3.9	- 2.9
Promedio ponderado ^b		2.5	- 6.0	0.7	- 8.4

a Los espacios en blanco indican que no hay datos disponibles.

b Promedio ponderado por la fuerza laboral agrícola y no agrícola, respectivamente.

Fuente: De Janvry *et al.* 1986.

opuesta se han beneficiado. Por consiguiente, las explotaciones agrícolas familiares, con tecnologías y sistemas agrícolas que requieren gran cantidad de mano de obra y que suponen bajos costos salariales, a menudo han sido los principales beneficiarios de los ajustes de precios (de Janvry, Runsten y Sadoulet 1987:13).

Este fenómeno fomenta las tecnologías con poco componente de importación y pone de relieve la importancia de las políticas de apoyo a la producción de insumos nacionales. Es posible que la baja tasa de crecimiento de la agricultura en los ochenta sea atribuible a los altos precios de algunos insumos y la consecuente reducción en el uso de fertilizantes y otros agroquímicos y maquinarias en algunos países. Por supuesto, estos cambios en los precios de los insumos incentivarán también el desarrollo de tecnologías de bajo uso de insumos, una área de investigación que hasta ahora se ha concentrado en las necesidades de la agricultura campesina pero que puede tener una aplicabilidad mucho más amplia. Finalmente, estos cambios favorecen no sólo las situaciones de producción con disponibilidad de mano de obra, sino también los productos con alta absorción de mano de obra, los cuales, tal como se ha anotado, presentan un conjunto de nuevos desafíos en términos de investigación y desarrollo.

Otro factor que afecta a la agricultura y que está directamente relacionado con la situación actual creada por la crisis económica, es la fuerte reducción del presupuesto público para la

Cuadro 8. Las instituciones financieras de desarrollo de América Latina y el Caribe^a: préstamo total y por sectores 1975-1984

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
	Millones de US\$									
PRESTAMO TOTAL	30 217	36 431	39 359	46 782	31 243	37 798	52 333	45 414	22 261	19 650
Préstamo agricultura	9 042	10 951	12 317	11 550	12 123	13 557	10 989	8 969	5 327	4 738
	Porcentajes por sectores									
SECTOR PRIMARIO										
Agricultura	29.9	30.1	31.3	24.7	38.8	35.9	21.0	17.9	23.9	24.1
Minería	0.6	1.0	0.7	0.5	0.7	0.8	1.1	1.0	2.3	1.6
SECTOR SECUNDARIO										
Agroindustria	2.7	2.5	2.3	1.8	0.7	0.7	0.4	0.5	1.1	1.4
Industria	28.9	25.7	20.0	22.2	26.7	23.7	24.2	21.6	18.8	16.9
SECTOR TERCIARIO										
Comercio internacional	5.4	4.2	5.9	5.1	6.5	8.0	5.5	6.7	5.0	5.5
Crédito para construcción y vivienda	15.1	14.1	16.0	16.7	7.8	10.5	8.5	10.5	5.0	5.2
Otros ^b	17.4	22.5	23.6	24.1	18.8	20.3	39.4	40.1	43.8	49.9

a Abarca 41 instituciones.

b Incluye energía, pesca, servicios, turismo y otros.

Fuente: FAO 1988a:47.

agricultura. Las reducciones se han experimentado principalmente en la oferta de créditos subvencionados y en los gastos para bienes públicos (de Janvry, Runsten y Sadoulet 1987:14). El valor en dólares corrientes de los préstamos agrícolas de 41 instituciones financieras nacionales disminuyó hasta en un 65% durante 1980 y 1984, aunque este efecto fue muy desigual entre países (Cuadro 8) (FAO 1988a:46). En consecuencia, por primera vez la agricultura afrontará los mismos tipos de interés real que el resto de los sectores de la economía, lo cual constituye una marcada diferencia con respecto a las tendencias anteriores. Por ejemplo, en Brasil y Argentina la subvención de créditos para la agricultura en forma de tasas de interés negativas fue a menudo más importante que el total de gastos públicos para riego, investigación, extensión, enseñanza, salud, comercialización, reforma agraria y administración agrícola (Elías 1985). Los elevados tipos de interés real obligarán al sector a adoptar nuevas posibilidades tecnológicas que supongan menos gastos de capital y una mayor utilización de mano de obra y de recursos naturales.

Al llegar casi a la última década del siglo la agricultura de América Latina y el Caribe se enfrenta a un nuevo conjunto de precios de factores y productos a medida que se eliminan las peores fuentes de distorsiones. Esto crea tantos problemas como oportunidades y, ciertamente, se requiere un renovado esfuerzo de inversiones en investigación y extensión para asegurar la disponibilidad de las nuevas tecnologías que demandan tanto los cambios en los patrones de producción como los más altos costos de capital.

La modernización agropecuaria y el tipo de desarrollo tecnológico

En el mediano plazo los esfuerzos tecnológicos deberán ajustarse no sólo en respuesta a los aspectos discutidos arriba, sino también, y primordialmente, en respuesta a la propia naturaleza de las economías de los países de América Latina y el Caribe y al papel que debe desempeñar el sector agrícola como fuente de crecimiento económico, y también como consecuencia de las transformaciones que implica la modernización de la agricultura.

En América Latina y el Caribe, una importante proporción de los recursos de los países se encuentra en el sector agrícola, y muchos de los productos tienen considerables ventajas comparativas; además, en su mayoría los países aún 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 frecuentemente 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 realizada fuera de la finca aumenta considerablemente: 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 progresado más lejos en los Estados Unidos, donde sólo un 10% del valor

Cuadro 9. Importancia económica de la agroindustria en algunos países

Países en orden decreciente del producto per cápita	Valor agregado por la IAA ^a en % del valor agregado		% de la producción agrícola correspondiente a las IAA	Multiplicador de la demanda final de la IAA	
	IAA ^a en % del valor agregado	Valor agregado por la IAA ^a en % del valor agregado		Valor	Rango ordinal ^b
Canadá, 1985		74		2.53	(I)
Estados Unidos, 1963		155	79	2.62	(II)
Francia, 1974		87	62	1.94	(I)
Francia, 1962		61	62	1.87	(I)
Grecia, 1966		37	42	2.25	(I)
Turquía, 1968		17	15	2.09	(I)
Irak, 1968		18	15	1.98	(III)
Túnez, 1972		27	37	2.17	(I)
Argelia, 1969		39	58	2.11	(II)
Marruecos, 1969		39	35	2.19	(II)
Marruecos, 1958		15	17	2.36	(I)
Mali, 1970		5	8		

a Industria agroalimentaria.

b El rango se estableció entre nueve ramas de actividad económica, ordenadas según el valor del coeficiente multiplicador de la demanda final.

Fuente: ONUDI 1977.

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).

La importancia de esos encadenamientos, tanto para los países desarrollados como para los que se encuentran en vías de desarrollo, está bien documentada. Estudios en varios países, realizados en distintos momentos, muestran consistentemente que el sector alimenticio es el primero o el segundo en términos de sus efectos multiplicadores (Cuadro 9). Un análisis reciente de cinco países realizado por FAO, encontró que los encadenamientos hacia atrás en el sector agropecuario son mayores que en otros sectores de la economía, con independencia del nivel de desarrollo (Cuadro 10) y, generalmente, tienen como efecto la generación de una mayor cantidad de empleos, y al mismo tiempo tiene un menor impacto sobre la demanda de importaciones (Cuadro 11).

Sin embargo, dichos encadenamientos se concretarán sólo si se produce un rápido crecimiento de la productividad acompañado de cambios apropiados en las políticas sectoriales. Es necesaria una mayor vinculación hacia adelante (procesamiento) y hacia atrás (insumos) dentro de la región. Si bien algunos de los países mayores, tales como Brasil y México, han hecho grandes progresos en desarrollar sistemas alimentarios integrados, en muchos países aún es insuficiente la articulación entre agricultura y agroindustria, lo cual motiva la importación de grandes cantidades de insumos para la agroindustria (Cuadro 12). Un problema similar existe en el caso de los insumos agrícolas; esto reviste particular importancia dado que la mayor producción en muchos países sólo podrá surgir de una intensificación en su uso.

Esto tendrá que ser plenamente reconocido en el tipo de tecnologías a promover. Asimismo, a medida que progresa la industrialización, la difusión de tecnologías relacionadas con la introducción de nuevos productos y el aumento de la productividad de los ya existentes se verán afectados cada vez más por otras medidas relacionadas con los insumos, el procesamiento y la comercialización agrícola. Esto requiere planeamiento tecnológico dentro del contexto de sistemas alimentarios integrados. Por ejemplo, las inversiones en

Cuadro 10. Países seleccionados de América Latina y el Caribe: índices de los eslabonamientos "hacia atrás" por unidad de demanda final al sector agroalimentario^a

	Agricultura	Industria alimentaria	Sector alimentario	Resto de sectores ^b
Brasil	0.9063	1.2865	1.1947	1.0981
Chile	0.9702	1.2230	1.1555	0.9897
Guatemala	0.9263	1.3429	1.1039	1.0013
Haití	0.8372	1.2833	1.0393	0.9891
México	0.8654	1.2642	1.1237	0.9730

a El promedio para el conjunto de los sectores es igual a 1.

b Excluye combustible y lubricantes, y comercio.

Fuente: FAO 1988b:30.

Cuadro 11. Países seleccionados de América Latina y el Caribe: relaciones entre los efectos directos e indirectos por unidad de demanda final del sector alimentario y del resto de los sectores^a (porcentajes)

	BRASIL		GUATEMALA		MEXICO		HAITI		CHILE	
	Agricultura alimentaria	Industria								
Remuneraciones	52.7	69.0	61.2	77.5	74.9	74.7	10.6	36.7	51.0	59.3
Excedente bruto	136.8	122.4	136.1	91.8	130.7	123.3	217.6	149.0	170.1	130.9
Insumos importados	22.6	62.5	55.6	216.5	22.2	65.1	3.9	71.5	55.2	119.1
Empleo	309.8	127.1	460.0	180.0	648.3	319.0	45.0	200.0	207.5	102.5
Valor agregado	104.7	102.3	105.4	85.9	104.3	101.9	144.8	113.3	108.2	96.5
Producción bruta	82.5	117.2	92.5	134.1	88.9	129.9	84.6	129.7	98.0	122.4

a El cuadro registra los valores en porcentaje del aumento entre los efectos directos e indirectos de unidad de demanda final sobre la agricultura y la industria agroalimentaria (IAA), y los del resto de la economía. Así, por ejemplo, el coeficiente para las remuneraciones en Brasil fue de 0.1945 para la agricultura, de 0.2545 para la IAA y de 0.3691 para el resto:

$$\frac{0.1945}{0.3691} = 0.527; \frac{0.2545}{0.3691} = 0.689 \text{ y así sucesivamente para las demás categorías.}$$

Fuente: FAO 1988b:28.

Cuadro 12. Países seleccionados de América Latina y el Caribe: relación entre insumos importados y valor agregado

	Insumos importados/Valor agregado		
	Agricultura	Agroindustria	Resto
Brasil (1970)	0.7	5.0	6.9
Chile (1977)	7.1	42.8	17.2
Guatemala (1971)	3.9	44.7	13.0
Haití (1975/1976)	0.8	71.6	51.1
México (1975)	0.5	6.8	6.2

Fuente: FAO 1988b:27.

investigación o la adopción de mayores insumos pueden aparecer como no justificadas en ciertos productos, dados los precios y costos actuales. Sin embargo, si el producto es para procesamiento o va a los mercados de exportación más dinámicos, esas inversiones pueden no sólo ser posibles, sino críticas para el éxito del esfuerzo. Por consiguiente, la definición de las políticas tecnológicas para la agricultura deberá considerar, además de los instrumentos referidos a la explotación agrícola, los mecanismos que afectan el comportamiento de los nuevos elementos que intervienen en el sistema agrícola.

La problemática tecnológica de la pequeña agricultura

La coexistencia de sistemas productivos altamente diferenciados, desde todo punto de vista es una de las características salientes de la agricultura de la región. Por una parte, existe un amplio sector de agricultura empresarial altamente dinámico con buen acceso a recursos y tecnología y plenamente integrado al mercado; por la otra, se presenta un universo de pequeñas explotaciones con deficiente acceso a recursos y servicios, que representan numéricamente el grueso de la población rural y que en la mayoría de los casos aportan un porcentaje significativo de la producción. Ambas poblaciones tienen desde el punto de vista tecnológico un comportamiento marcadamente diferente y, como tal, requieren estrategias de investigación y desarrollo diferenciadas que reconozcan las características específicas de cada situación socioeconómica y agroecológica, así como el papel distinto que desempeña la tecnología en cada sistema productivo. Las estructuras de investigación y extensión creadas durante los últimos 30 años han servido apropiadamente al sector de la agricultura comercial, pero existe acuerdo generalizado en que no han sido exitosas para desarrollar y difundir tecnologías útiles y viables para los sistemas campesinos.

Este sesgo en favor de los sectores empresariales se explica por la relativa falta de poder político de los sectores campesinos, pero también se debe a la propia naturaleza de los sistemas de investigación y extensión transferidos de los países industrializados. En cierto

sentido existió el supuesto implícito de que los sectores campesinos desaparecerían: ellos constituían el sector “tradicional” o “atrasado” que debía ser “modernizado”, y la tecnología se planteaba como uno de los principales instrumentos para dicha modernización. Sin embargo, esto no ha ocurrido; por el contrario, el número de pequeños productores se ha incrementado notablemente. Aunque entre 1950 y 1980 la proporción de la población económicamente activa (PEA) que está en la agricultura ha caído en todos los países excepto Haití (de Janvry, Sadoulet y Wilcox 1986), el sector campesino se ha incrementado en casi todos los casos, tanto en números absolutos como en proporción de la PEA agropecuaria. Para la región como un todo, el número de pequeños productores creció en un 44% entre 1950 y 1980 (Cuadro 13).

Según algunas estimaciones, hay en América Latina y el Caribe entre 14 y 16 millones de explotaciones campesinas, con una población total de unos 75 millones de personas (IICA 1989:20). En 1980, este sector social controlaba unos 60.5 millones de hectáreas cultivables, aproximadamente 38% del total; mucha de esta tierra, sin embargo, se encuentra en regiones de difícil acceso, en laderas pronunciadas o en suelos pobres y con poca agua. Estas magnitudes plantean con claridad la importancia del sector para cualquier futura estrategia agropecuaria.

Cuadro 13. Importancia numérica del campesinado en Latinoamérica^a

	Unidades	1950	1960	1970	1980
Población total	millón	146.8	202.0	265.0	336.5
PEA agropecuaria	millón	27.8	31.8	34.5	34.7
PEA agropecuaria/PEA total	%	53.7	48.7	41.7	31.7
PEA campesina	millón	18.2	18.5	22.1	26.1
PEA campesina/PEA total	%	34.3	29.1	27.0	23.0
PEA campesina/ PEA agropecuaria	%	60.7	60.5	63.7	65.1
PEA urbana tradicional/ PEA total	%	13.1	15.6	16.9	19.3
PEA urbana tradicional/ PEA campesina	%	38.2	53.6	62.5	83.9

a El “campesinado” incluye trabajadores por cuenta propia y trabajadores familiares no remunerados, excluidos los profesionales y técnicos. El sector “tradicional urbano” incluye trabajadores por cuenta propia y trabajadores familiares no remunerados en actividades agropecuarias, excluidos los profesionales y técnicos, y los servicios domésticos.

Fuente: ILO 1982.

Aunque en general la información reciente muestra un crecimiento global del número de unidades pequeñas, existen diferencias en cuanto a la real tendencia y magnitud de este fenómeno en casos específicos. Mientras que en Colombia ha existido una disminución del número total de pequeñas unidades y en Brasil éstas triplicaron su número entre los años 1940 y 1980, en Jamaica, en cambio, a partir de las cifras correspondientes al período 1954 - 1979, se observa la ocurrencia de una evolución claramente diferenciada entre las unidades inferiores a 5 hectáreas, que muestran un crecimiento de un 8%, y las unidades cuya superficie oscila entre 5 y 25 hectáreas que muestran una sensible disminución. Este último fenómeno estaría indicando, según los trabajos citados (CEPAL/FAO 1986:63), una tendencia a la subdivisión y minifundización de las unidades de menor tamaño.

La crisis de los años ochenta y la disminución de las posibilidades de empleo urbano han alimentado aún más la tendencia al incremento de la población ubicada en las parcelas más pequeñas. Como consecuencia, las unidades subfamiliares casi sin posibilidades de acceso a nuevas tierras se están transformando progresivamente en unidades semiproletarias. Este proceso de empobrecimiento rural es particularmente marcado en los grupos indígenas, que se estiman en cerca de 30 millones de personas y que han sido cada vez más desplazados hacia las tierras más pobres y aisladas.

No sólo el sector de pequeños productores está creciendo y representa una proporción importante de la tierra agrícola, sino también tiene en muchos casos una importancia crítica en términos de producción, especialmente los alimentos básicos (Cuadros 14, 15 y 16). A pesar de esa importancia, la situación de la agricultura campesina ha sufrido en algunos países un fuerte deterioro en los últimos tiempos. Una comparación de los censos agropecuarios entre 1970 y 1980 en Brasil y Uruguay indica que las explotaciones familiares y subfamiliares han disminuido su importancia en virtualmente todos los cultivos. En Brasil la participación de las explotaciones subfamiliares cayó un 25.3% y la de las familiares un 12.5% entre 1970 y 1980. En Uruguay dicha participación cayó un 22.2% y un 17.7%, respectivamente (de Janvry *et al.* 1986:67).

Cuadro 14. Tasa de participación del sector campesino en la producción agropecuaria para países latinoamericanos seleccionados. Alrededor de 1980

País	Café	Cacao	Productos agropecuarios
Porcentaje de la producción total			
Bolivia	75.0	a	80.0
Brasil	40.3	32.8	39.6
Chile			37.8
Colombia	29.5		44.1
México	53.8	45.9	46.9
Perú	54.8	67.5	54.9
América Latina ^b	41.0	33.0	40.0

a Los espacios en blanco indican ausencia de información.

b Sólo para los países incluidos en este Cuadro.

Fuente: CEPAL/FAO 1986.

Cuadro 15. Participación de la agricultura campesina en la producción agropecuaria

País	Valor bruto de la producción agropecuaria %
Bolivia (1977)	80.0
Brasil (1980)	39.6
Colombia (1981)	44.1
Chile (1980)	37.8
México (1970)	46.9
Perú (1977)	54.9

Fuente: CEPAL/FAO 1986.

Cuadro 16. América Latina: estimación provisional sobre dimensiones de la agricultura empresarial y la del pequeño productor a comienzos de los años 70 (porcentajes)

Rubro	Agricultura empresarial	Pequeño productor
Producción para consumo interno	59.0	41.0
Producción para exportación	68.0	32.0
Producción de cultivos permanentes	59.0	41.0
Producción de cultivos de ciclo corto	47.0	53.0
Producción de maíz	49.0	51.0
Producción de frijol	23.0	77.0
Producción de papa	39.0	61.0
Producción de arroz	68.0	32.0
Producción de café	59.0	41.0
Producción de caña de azúcar	79.0	21.0
Existencia de ganado bovino	76.0	24.0
Existencia de ganado porcino	22.0	78.0

Fuente: López 1982.

Esta tendencia es una clara evidencia del relativo fracaso que ha habido en mejorar la productividad de este tipo de agricultura. Este fracaso se debe por una parte a que los sistemas de generación y transferencia han resultado inadecuados para atender las necesidades de la agricultura altamente diferenciada que existe en la región y, por otra parte, a la existencia de un marcado sesgo en contra de los intereses del sector campesino en las políticas públicas.

Los siguientes son algunos ejemplos de esos factores: la relativa falta de investigación en los cultivos típicamente campesinos, tales como frijol, yuca, etc., y en el desarrollo de sistemas con bajo uso de insumos, el bajo volumen de créditos para el sector campesino y/o el uso del crédito para paquetes tecnológicos no apropiados para el campesino, la definición de políticas de precios que frecuentemente hacen no rentables los productos de la agricultura campesina y la falta o el poco apoyo a los programas de organización campesina.

En este marco el sector de pequeños productores se ha vuelto cada vez menos competitivo al quedar al margen de los avances tecnológicos disponibles, ya sea porque éstos son inapropiados para sus condiciones o por la falta o difícil acceso al capital y crédito requeridos para poder incorporarlos a sus procesos productivos. Estos sesgos deben ser corregidos si se pretende revitalizar la agricultura campesina.

En ese sentido, hace falta un esfuerzo para generar y difundir tecnologías agronómicas de bajo costo que reflejen sus realidades productivas y recursos. Si bien una estrategia en esta dirección tiene serias dificultades, también ofrece altos beneficios. Dado que los campesinos representan un segmento importante de la agricultura y proveen un alto porcentaje de muchos productos, una mejora de su condición productiva significaría una importante contribución a la seguridad alimentaria, especialmente en los alimentos consumidos por los sectores más pobres de la población. Asimismo, un campesinado más próspero tendría importantes efectos de demanda y encadenamiento con otros sectores de la economía.

Hasta qué punto puede una acción regulada por los factores tecnológicos afectar positivamente la situación de la pequeña agricultura, dependerá de cuan adecuadamente dicha estrategia considere, tanto en sus aspectos técnicos como institucionales, las características propias de los pequeños sistemas productivos. Entre éstas, las siguientes resultan las de mayor relevancia para la definición de una estrategia tecnológica para el sector:

Las diferentes situaciones agroproductivas

Es necesario reconocer la existencia de situaciones de demanda tecnológica diferentes dentro del complejo y heterogéneo universo conformado por los pequeños sistemas productivos. Esto se da como consecuencia de condiciones ecológicas variadas, en general adversas, y de combinaciones diferentes de los factores productivos, todo lo cual determina distintas limitantes tecnológicas. La oferta de tecnología debe reconocer entonces esa diferenciación en la demanda tecnológica, para ser coherente con las condiciones propias del espectro de situaciones en que se encuentran los pequeños sistemas productivos.

Los escasos recursos disponibles

Las pequeñas unidades de producción básicamente disponen de tierra en cantidades muy limitadas y con determinada aptitud productiva, de una cantidad relativamente constante de mano de obra familiar y, particularmente, de una determinada habilidad gerencial por parte de su titular para combinar y manejar esos recursos. Estos tres elementos constituyen los componentes básicos del sistema productivo; en condiciones normales es prácticamente a los únicos a los cuales el productor puede recurrir. La tecnología visualizada como la habilidad para combinar y manejar correcta y adecuadamente los recursos disponibles a nivel de las pequeñas unidades, puede (si ésta es diseñada para ser transferida teniendo en cuenta las

diferentes situaciones de demanda tecnológica) aparecer como una alternativa interesante para ser utilizada como estímulo externo o “motor de despegue”. Esta condición de diseño permitirá fortalecer el pequeño sistema productivo, mejorar su eficiencia y acercarlo a un nivel de desarrollo acorde con la incorporación de otro tipo de tecnología que implique un mayor uso de capital. Al pensar en términos de mejoramiento de la habilidad para combinar correctamente y manejar adecuadamente los recursos ya disponibles, surge la posibilidad de generar y ofrecer al pequeño productor tecnología de bajo costo o de costo cero, compatible con la condicionante señalada en cuanto a rechazo de propuestas que impliquen aumento de las inversiones o de los gastos operativos. De la misma manera, si esta tecnología es diseñada en función de las reales condiciones en las que será aplicada y es transferida en forma gradual, se estarían contemplando las otras condicionantes señaladas y referidas a las diferentes situaciones agroproductivas y a la inercia del sistema.

El rechazo a las inversiones adicionales y al incremento en los gastos de explotación tradicionales

La fragilidad del sistema, la escasa disponibilidad de recursos y la preocupación por cubrir en forma permanente las necesidades básicas del núcleo familiar, condicionan significativamente el modo en que son operados los pequeños sistemas productivos. Como los ingresos son apenas suficientes o a veces insuficientes para cubrir las necesidades básicas (vivienda, alimentación, vestimenta, insumos que posibilitan el reinicio periódico del propio sistema productivo), el pequeño productor es particularmente adverso al riesgo y la incertidumbre. La necesidad de contar con un ingreso global sostenido que cubra dichas necesidades básicas en forma permanente, determina que intuitivamente el pequeño productor tome decisiones más en términos de evaluación de márgenes brutos que de evaluación de relaciones beneficio/costo posibles. Es mucho más fuerte su tendencia a disminuir costos, como forma de asegurar un ingreso global que cubra sus necesidades en forma constante, que a aumentar su eficiencia productiva recurriendo a la utilización de insumos externos a la explotación. La reserva de parte de la cosecha de granos para ser utilizada como semilla en la próxima siembra, es una práctica predominante frente a la adquisición de semilla mejorada fuera de la finca y constituye un claro ejemplo de lo que se ha dicho.

La inercia del sistema

Sin ninguna duda, el sistema productivo desarrollado por el pequeño productor debe ser considerado como racional, pues ése es el mejor sistema que es posible poner en funcionamiento teniendo en cuenta los recursos disponibles por un lado, y el conjunto de limitantes que lo afectan por el otro, entre éstas se encuentran, por supuesto, la propia habilidad y el nivel de conocimientos del productor. Este hecho, sumado a una relación especial con la tierra, hábitos, etc., señalados anteriormente, determinan la existencia de una reacción natural y lógica, contraria a cualquier propuesta de cambios significativos en el sistema productivo que él conoce y está acostumbrado a manejar.

Estas particulares características del pequeño sistema productivo, principalmente en cuanto a su complejidad, heterogeneidad y situación de equilibrio inestable, determinan la necesidad de que los “estímulos” externos utilizados con la finalidad de provocar cambios en su desempeño sean cuidadosamente seleccionados. En estas circunstancias, si la tecnología es visualizada como la habilidad adquirida por el pequeño productor para combinar y manejar adecuadamente los recursos que están a su disposición, la misma aparece como la

alternativa válida para orientar el proceso de diferenciación de las pequeñas unidades, en el sentido de un mejoramiento de sus niveles productivos, de sus ingresos y de la calidad de vida.

Este planteamiento sustenta la sugerencia de que sean asignados recursos suficientes y por lo tanto tomadas las decisiones necesarias que permitan la puesta en marcha de procesos de generación y transferencia de tecnología de bajo costo o de costo cero, adecuada a las circunstancias de los diferentes tipos de pequeñas unidades productivas y efectiva para mejorar la productividad y la relación beneficio/costo. Lógicamente, lo anterior debe ser considerado dentro de un marco de referencia más general, en el sentido de reconocer que los procesos de adopción están contenidos en procesos de transformación social y económicos de carácter más amplio que las simples modificaciones del patrón tecnológico utilizado en la producción agrícola y, por lo tanto, en el sentido de reconocer que el logro de un proceso autosostenido y creciente de adopción de tecnología requiere la convergencia a nivel de la pequeña unidad de producción, además de tecnología adecuada, mercados, precios, disponibilidad de insumos, créditos adecuados y todo aquello que forma parte del “combustible” que permite el funcionamiento y crecimiento del sistema productivo.

En resumen, la tecnología por sí sola no es suficiente para provocar cambios significativos en la actual situación económica y social de los pequeños productores de América Latina y el Caribe, pero ella sí puede ser el componente central de una estrategia de “despegue” orientada a fortalecer las pequeñas unidades productivas, favoreciendo su diferenciación hacia un estado en el cual sea posible incorporar otro tipo de innovación tecnológica y en el que se cuente con una mayor capacidad gerencial, todo lo cual favorecería el ahorro, el crecimiento autosostenido y la calidad de vida.

Los recursos naturales y la sostenibilidad de la producción agropecuaria

Los recursos naturales constituyen uno de los condicionantes más importantes de la producción agropecuaria. El tipo de recursos disponibles, sus características y limitantes son los que en última instancia determinan el patrón de producción y las posibilidades de generación, difusión y adopción de tecnologías, así como las ventajas comparativas de una región frente a otras.

América Latina y el Caribe se caracterizan por una gran riqueza, tanto en lo que se refiere a los recursos genéticos (flora y fauna) como a las condiciones de suelos y clima. En el campo genético la riqueza es única en el mundo, y la selva tropical americana, que concentra en pequeñas áreas miles de especies vegetales y animales diferentes, es un ejemplo, extremo si se quiere, de esa diversidad.

Esta riqueza se refleja en el aporte de especies vegetales de importancia agrícola que la región ha hecho al mundo. En ella se encuentran el origen y los centros de diversidad genética de cultivos tan importantes como el maíz, el frijol, la yuca, la papa, la batata, el tomate, el maní, el cacao, el tabaco y el caucho, entre otros. (De los 20 cultivos alimentarios más importantes en el mundo, América Latina y el Caribe es la región que ha aportado más material genético, el 36%. De los 20 cultivos industriales más importantes, la región ha aportado 34%) (Kloppenborg y Kleinman 1987).

Estos recursos constituyen un potencial de inmensa magnitud; sin embargo, han sido explorados y caracterizados sólo en una pequeña proporción, particularmente los de las áreas tropicales. Esta reducida disponibilidad de conocimiento acerca del trópico resulta particularmente alarmante si se toma en cuenta que, durante los últimos 30 años, más del 40% de los bosques tropicales han sido destruidos. El desarrollo de una política y esfuerzos coherentes respecto de los recursos genéticos representa uno de los imperativos de esta época. En parte como sustento de los programas de diversificación de la producción y exportaciones, y también dentro de una perspectiva a más largo plazo, los recursos genéticos deben considerarse como reaseguro y estabilizador de los niveles de producción y la seguridad alimentaria.

En lo referido a la diversificación, existen en la región muchos cultivos cuya utilización está restringida a situaciones locales y que prácticamente no han recibido ninguna atención en cuanto a mejoramiento o cualquier otro tipo de esfuerzo para la investigación y el desarrollo.

En el altiplano andino hay numerosos "cultivos menores" de diversos tipos, seudocereales, legumbres para consumo humano, tubérculos y raíces, que tienen una función importante en el consumo local y que podrían utilizarse en otras zonas (quinua, amaranto, tarwi, etc.). Algo parecido sucede con las hortalizas autóctonas de hoja. En las zonas tropicales de la región se utilizan centenares de especies silvestres y cultivadas, pero su importancia a menudo se subestima debido a la reducida comercialización y a la falta de conocimientos sobre su valor nutritivo. Por ejemplo, en varios lugares del Perú, el escaso prestigio de los cultivos de hoja ha llevado a su abandono en favor de cultivos europeos tales como las espinacas, la coliflor y el apio. Sin embargo, el contenido de proteínas, calcio y hierro de estas resistentes hortalizas autóctonas supera, en término medio, en dos o tres veces el de los cultivos europeos, que por lo demás requieren aplicación abundante de fertilizantes y plaguicidas (FAO 1988c).

En consecuencia, existe un amplio margen para el desarrollo de cultivos autóctonos bien adaptados a las condiciones locales, con un importante potencial alimenticio y en los cuales América Latina y el Caribe tienen una clara ventaja comparativa en los mercados internacionales. Más aún, muchas de estas especies pueden hacer aportes críticos para el desarrollo de adaptabilidad y resistencia a enfermedades en cultivos de alto valor comercial. Un potencial similar existe para muchas frutas tropicales, sobre las cuales hay poca información e investigación. En general, el gran énfasis dado a la investigación adaptativa sobre las especies cultivadas en el hemisferio norte, muchas veces inducido por las agencias y donantes internacionales, ha llevado a una marcada subutilización de esta rica herencia de capital filogenético.

Por otra parte, el creciente uso de semillas mejoradas en lugar de las variedades tradicionales usadas por los agricultores, ha reducido peligrosamente la diversidad genética en algunos cultivos alimenticios básicos, tales como el arroz, el maíz y el trigo. Esta es una tendencia altamente contradictoria, ya que el éxito alcanzado con las variedades de alta productividad es justamente el resultado de la variabilidad existente en ellas. Las variedades comerciales típicamente tienen una vida útil de entre 4 y 10 años antes de que pierdan su resistencia a plagas o enfermedades. Esto hace que el trabajo de mejoramiento deba ser permanente, aun con el solo objeto de mantener los rendimientos, y resalta la importancia crítica de contar con un adecuada base de diversidad genética. Este es el motivo por el cual, durante los últimos veinte años, se ha dado tanta importancia a la creación de bancos de germoplasma para asegurar esa diversidad en los principales cultivos (Cuadro 17).

Cuadro 17. Número estimado de adquisiciones al banco de genes a nivel mundial

Cultivos	Número de			Porcentaje de cobertura	
	Adquisiciones	Muestras distintas	Colecciones de 200 o más adquisiciones	Plantas autóctonas	SPP. Silvestres
CEREALES					
Trigo	410 000	125 000	37	95	60
Cebada	280 000	55 000	51	85	20
Arroz	215 000	90 000	29	75	10
Maíz	100 000	50 000	34	95	15
Sorgo	95 000	30 000	28	80	10
Avena	37 000	15 000	22	90	50
Mijo redondo	31 500	15 500	10	80	10
Mijo alargado	9 000	3 000	8	60	10
Otros mijos	16 500	5 000	8	45	2
Centeno	18 000	8 000	17	80	30
LEGUMBRES					
Frijol	105 500	40 000	22	50	10
Soja	100 000	18 000	28	60	30
Nueces molidas	34 000	11 000	7	70	50
Frijol pollo	25 000	13 500	15	80	10
Frijol paloma	22 000	11 000	10	85	10
Arveja	20 500	6 500	11	70	10
Frijol vaca	20 000	12 000	12	75	1
Mungbeans	16 000	7 500	10	60	5
Lenteja	13 500	5 500	11	70	10
Habas	10 000	5 000	10	75	15
Lupino	3 500	2 000	8	50	5
TUBERCULOS					
Papa	42 000	30 000	28	95	40
Yuca	14 000	6 000	14	35	5
Ñame	10 000	5 000	12	40	5
Batata	8 000	5 000	27	50	1
VEGETALES					
Tomate	32 000	10 000	28	90	70
Pepino	30 000	15 000	23	50	30
Repollo	30 000	15 000	32	60	25
Pimientos	23 000	10 000	20	80	40
Cebolla	10 500	5 000	14	70	20
Amaranto	5 000	3 000	8	95	10
Quimbombó	3 600	2 000	4	60	10
Berenjena	3 500	2 000	10	50	30
CULTIVOS INDUSTRIALES					
Algodón	30 000	8 000	12	75	20
Caña de azúcar	23 000	8 000	12	70	5
Cacao	5 000	1 500	12	a	a
Remolacha	5 000	3 000	8	50	10
FORRAJES					
Leguminosas	130 000	n.d.	47	n.d.	n.d.
Pastos	85 000	n.d.	44	n.d.	n.d.

a Es difícil calcular la cobertura, ya que muchas selecciones provienen de regiones silvestres.

Fuente: Plucknett *et al.* 1987:111.

NOTA: Los porcentajes de cobertura son cálculos derivados de un consenso de opiniones científicas (Lyman 1984). No se puede ofrecer cifras precisas mientras no se describan todas las adquisiciones. La cobertura de las especies silvestres se refiere a aquellas que se encuentran en el patrimonio genético primario –o sea aquellas especies que fueron progenitores de cultivos, que se han desarrollado junto con especies cultivadas mediante el intercambio continuo de genes o que, de otra manera, están estrechamente relacionados. Es mucho más fácil usar tales especies silvestres para la reproducción. Además, existen en patrimonios genéticos secundarios o terciarios, centenares de especies, entre las cuales la relación es lejana, con gran potencial para el mejoramiento de los cultivos, pero no existen estudios adecuados. No se han dado cálculos de estas especies.

Sin embargo, se ha dado muy poca relevancia a los esfuerzos tanto en las especies menores (Cuadro 18) como en las variedades silvestres. Aun los casos de algunas especies de gran importancia actual y potencial como caucho, cacao y frutas tropicales son manejados deficientemente. Finalmente, la creciente importancia de las estrategias de control biológico para el manejo de plagas, enfatiza también el interés de mantener y aprender a aprovechar las reservas genéticas existentes y en las cuales América Latina y el Caribe tienen una posición privilegiada.

En cuanto al recurso suelo, América Latina y el Caribe se encuentran en una situación relativamente ventajosa frente a otras regiones del mundo en desarrollo, ya que cuenta con extensiones de suelos de alta productividad, así como grandes áreas vírgenes y áreas subaprovechadas, particularmente en la Amazonía y en las llanuras tropicales –aunque éstas requieren condiciones especiales para su aprovechamiento productivo. Una alta proporción de las mismas presentan limitantes importantes de fertilidad, de distribución de lluvias y de fragilidad, efectos de las altas precipitaciones o condiciones físico-geográficas. La gran variedad de tipos de suelos, la heterogeneidad topográfica, la diversidad de climas y la combinación de estos factores en la región, hacen clara la necesidad de un importante y adecuado esfuerzo de investigación sobre las condiciones de sostenibilidad del recurso suelo, antes de que sea incorporado a la producción (Cuadro 19).

Cuadro 18. Especies silvestres como porcentaje de la totalidad de colecciones de germoplasma

Cultivo	En los Centros Internacionales de Investigación Agrícola	En todas las colecciones
CEREALES		
Arroz	2.0	2.0
Sorgo	1.4	0.5
Mijo redondo	0.1	0.2
Cebada	0.001	0.5
Trigo	0	10.0
Maíz	1.0	0.01
Mijo secundario	0.1	0.1
TUBERCULOS		
Papa	2.0	20.0
Yuca	1.0	1.2
Batata	0	0.1
LEGUMBRES		
Frijoles	0.5	0.5
Frijol pollo		0.1
Frijol vaca	0	0
Nueces molidas	0.2	0.3
Frijol paloma	0.4	0.05

Fuente: Plucknett *et al.* 1987:168.

Cuadro 19. Zonas con limitaciones edáficas específicas en América Latina y el Caribe

Limitaciones edáficas	Principales características y efectos de las limitaciones edáficas	INCIDENCIA							Total
		P. Andinos	Brasil	Caribe	América Central	México	Cono Sur		
Exceso de humedad	Dificultades en la labranza y problemas de drenaje	90 924 (19.4)	167 326 (19.5)	15 009 (20.5)	15 381 (30.9)	19 071 (9.6)	86 707 (21.1)	394 418 (19.1)	
Seco durante más de 3 meses	Cosechas anuales sólo si hay riego	183 876 (38.9)	370 111 (43.3)	22 660 (31.0)	19 964 (39.8)	121 177 (61.5)	180 306 (44.1)	898 094 (43.7)	
Escasa capacidad de retención de nutrientes	Baja fertilidad heredada o lixiviación de los fertilizantes aplicados	3 745 (0.8)	73 097 (8.7)	2 375 (3.2)	17 (0.0)	381 (0.3)	526 (0.1)	80 141 (4.0)	
Fletrado porcentaje de saturación de aluminio	Baja fertilidad y crecimiento insuficiente de las raíces. Poco apto para los cultivos comunes	214 984 (45.5)	645 070 (75.8)	37 682 (51.8)	21 216 (42.5)	7 139 (3.7)	25 158 (6.1)	951 249 (46.3)	
Acidez del suelo	Perjudica a los cultivos sensibles, como el algodón y la alfalfa	48 111 (10.2)	100 719 (11.8)	14 463 (19.8)	21 111 (42.2)	32 953 (16.7)	15 713 (3.8)	233 070 (11.4)	
Gran capacidad de fijación de P	Estructura granular de los suelos. Se necesita gran cantidad de fertilizantes fosfatados	138 397 (29.3)	453 857 (53.2)	27 303 (37.6)	13 596 (27.1)	3 736 (1.9)	11 168 (2.7)	648 057 (31.6)	
Gran capacidad de fijación	Bajas tasas de mineralización de N orgánico	14 709 (3.1)	0 (0.0)	114 (0.2)	2 810 (5.7)	9 568 (4.8)	7 045 (1.7)	34 246 (1.8)	
Dificultades de explotación	Textura arcillosa, capaz de ganar y perder volumen	2 974 (0.6)	4 838 (0.6)	1 620 (2.2)	655 (1.4)	5 205 (2.6)	1 092 (2.9)	16 384 (0.9)	
Escaso suministro de potasio	Se requiere aplicación frecuente de fertilizantes. Posibles desequilibrios K-Mg-Ca	174 571 (37.1)	670 822 (78.9)	43 416 (59.6)	20 093 (40.4)	8 580 (4.3)	21 467 (5.2)	938 949 (45.6)	
Material calcáreo	Posible deficiencia de algunos micronutrientes, sobre todo de hierro y zinc	1 438 (0.4)	399 (0.0)	2 440 (3.4)	1 779 (3.5)	12 792 (6.5)	2 260 (0.6)	21 108 (1.1)	
Suelo salino	Requiere drenaje y manejo especial para los cultivos	3 013 (0.6)	4 799 (0.6)	623 (0.7)	0 (0.0)	121 (0.1)	9 993 (2.4)	18 549 (0.9)	
Presencia de sodio	Requiere drenaje, manejo adecuado y aplicaciones correctivas de yeso	593 (0.2)	2 369 (0.3)	256 (0.2)	196 (0.3)	348 (0.1)	3 930 (1.0)	7 692 (0.4)	
Suelo con sulfato ácido	Debería reservarse a plantas que resistan capas freáticas elevadas	444 (0.1)	570 (0.1)	614 (0.7)	312 (0.5)	10 (0.0)	4 (0.0)	1 954 (0.1)	
Suelo poco profundo	Difícil mecanización. Limitado crecimiento de las raíces	44 423 (9.4)	140 863 (16.4)	9 083 (12.5)	18 210 (36.6)	22 388 (11.4)	29 320 (7.1)	264 287 (12.9)	

Nota: Los números entre paréntesis indican cuál es la superficie con una limitación edáfica específica en porcentaje de la superficie total de la región. Una misma tierra puede presentar varias limitaciones, por lo que la suma de los porcentajes suele dar más de 100.

Fuente: FAO 1988c:13.

El ecosistema tropical, en especial, se destaca por su fragilidad, por lo cual su aprovechamiento requerirá una tecnología adecuada para su desarrollo como recurso agrícola y pecuario. Extensas áreas de este ecosistema, especialmente en Centroamérica y la Amazonía, están sometidas a altas tasas de deforestación para su utilización en el agro con consecuencias graves sobre los suelos, la flora y la fauna.

Estos procesos de deforestación y erosión están afectando, asimismo, la viabilidad a largo plazo de las cuencas hídricas al acelerar la sedimentación en las fuentes de agua de riego. (Una cuenca adecuadamente forestada puede llegar a retener cerca del 95% del agua de lluvia en las raíces de sus árboles y plantas, mientras que la deforestación masiva puede significar niveles de erosión y sedimentación entre 40 y 60 veces mayores a los normales, e incluso producir peligrosas situaciones de avalancha).

Los problemas de erosión y de degradación productiva de los suelos no se restringen a las áreas tropicales de la región; también están presentes en las zonas templadas como consecuencia de los procesos de agricultura permanente con una creciente mecanización de la producción agropecuaria y el progresivo desplazamiento de las poblaciones más pobres hacia las tierras marginales.

Aproximadamente el 25% de la tierra arable de la región y más del 50% en algunos países del Caribe y América Central es de laderas. Este tipo de agricultura tiene demandas tecnológicas mucho mayores y más complejas que las de la producción en planicies y valles, pero aún es muy reducido el esfuerzo de investigación que se dedica a las mismas. Muchos de los antiguos sistemas de producción en laderas han sido abandonados como consecuencia de las presiones de población y los bajos retornos económicos. De continuar, esta tendencia tendrá importantes consecuencias ecológicas y económicas sobre la productividad de las infraestructuras de riego que sirven a las tierras planas y valles circundantes.

Otro problema con importantes consecuencias es el derivado del uso intensivo de agroquímicos en algunos cultivos. Estas prácticas no sólo tienen impacto sobre la vida silvestre y la salud de los productores y trabajadores rurales, sino que están contaminando las fuentes de agua potable y crean enormes costos potenciales para su limpieza y recuperación. Por otra parte, la vida útil de los productos químicos está probando ser bastante limitada, dada la gran adaptabilidad de las plagas. En la actualidad más de 400 especies de insectos y otras plagas son probadamente resistentes a uno o más plaguicidas, y el número de insectos que han desarrollado resistencia a plaguicidas se ha doblado entre 1970 y 1980. También se ha empezado a presentar resistencia a herbicidas (Croft 1986; Plucknett *et al.* 1987). Los avances en el campo de la biotecnología encierran el potencial de reducir este tipo de problemas, al eliminar o al menos disminuir significativamente la necesidad de agroquímicos a través del desarrollo de resistencia genética a las plagas y enfermedades; pero el éxito de estos esfuerzos será altamente dependiente de que sea posible o no conservar adecuadamente el germoplasma originario que, en general, contiene genes deseables para el desarrollo de resistencia a esas plagas.

Esta situación de rápida deforestación y erosión, junto con los impactos ambientales del creciente uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, plantean en toda su dimensión la preocupación por la sostenibilidad de la producción y la necesidad de una estrategia de desarrollo tecnológico agropecuario, en equilibrio con las limitantes ecológicas y edáficas predominantes en los distintos ecosistemas. Estas estrategias requerirán una base de conocimientos científicos sobre estos ecosistemas y sus recursos mucho más amplia y profunda que la existente en la actualidad, lo cual tiene claras implicaciones sobre las

políticas de investigación y desarrollo, así como sobre los programas de los sistemas nacionales de investigación agrícola.

Estos problemas no son tratados explícitamente en la discusión que sigue, pero sin duda ellos constituyen el contexto general para los distintos aspectos que a continuación se tratan.

3

OPORTUNIDADES Y LIMITANTES PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA REGION

Si bien los desafíos y necesidades tecnológicas que se han planteado en la primera parte de este trabajo son de gran magnitud, debe considerarse que la región cuenta con un amplio caudal de recursos técnicos e institucionales, y experiencias de investigación y desarrollo tecnológico para hacerles frente. Asimismo, los nuevos avances en el campo de la biotecnología plantean un conjunto de nuevas opciones que pueden ser aprovechadas beneficiosamente. En contraste con estas oportunidades y recursos, también existe un conjunto de limitantes que deben ser superadas. En esta parte se discuten los principales recursos y restricciones al desarrollo tecnológico en la región, y las áreas de acción para promoverlo.

La nueva biotecnología: un campo con necesidades de acción inmediata ¹

La biotecnología, junto con la microelectrónica y los nuevos materiales, constituye una de las piedras angulares del nuevo paradigma tecnológico. Si bien se encuentra aún en su fase inicial, el proceso de desarrollo en este campo es irreversible. A medida que su evolución se acelera y se extiende a nuevas esferas, produce cambios considerables en la base científica e institucional de la generación y transferencia de tecnología agrícola.

En su sentido amplio, la biotecnología no es de ningún modo un nuevo concepto: incluye la genética vegetal y animal y los procesos de fermentación, que se conocen desde hace mucho tiempo. Sin embargo, mientras que la "vieja" biotecnología dependía en gran parte de la selección para obtener las características deseadas, la "nueva" biotecnología recurre a una mejor comprensión de la estructura de los organismos para lograr su modificación a nivel celular y molecular. La nueva tecnología trata a los nuevos organismos vivos como máquinas y supone que, si se llega a comprender su composición, es posible modificarlos y rediseñarlos de tal manera que sirvan a fines específicos. En el sector agrícola, estas técnicas pueden mejorar las prácticas tradicionales en la genética vegetal y animal, o introducir otras nuevas, como la reproducción de un gran número de células idénticas en un laboratorio (Buttel *et al.* 1985), e incluso permitir el desarrollo de productos completamente nuevos. Esas posibilidades modifican significativamente la organización de la producción agrícola, particularmente en lo que se refiere a la importancia relativa de la tierra, la mano de obra y el capital, y la hacen menos dependientes de los recursos naturales.

¹ Este capítulo se basa, en su mayor parte, en el documento de Alain de Janvry *et al.* "Technological Innovations in Latin American Agriculture", Serie Documentos de Programas no. 4. IICA, 1987.

Los sistemas alimentarios ofrecen por lo menos 10 mercados para las aplicaciones de la biotecnología: agricultura, sustancias biológicas (enzimas, hormonas y sustancias terapéuticas para la producción animal), biomasa, productos químicos, productos farmacéuticos (producidos con plantas íntegras y materia animal), energía (por ejemplo alcohol), elaboración de alimentos, combustibles, plaguicidas y medicina veterinaria (Riggs 1985).

El aprovechamiento de esta fuente de potencial tecnológico constituye una de las principales oportunidades para la agricultura de la región, ya que le permitiría fortalecer y explotar al máximo las ventajas comparativas que le ofrecen sus recursos genéticos y naturales, así como establecer un sendero tecnológico más equilibrado en cuanto a sus impactos ambientales. Asimismo, la posibilidad de sustituir procesos convencionales para la producción de azúcar por procesos fundados en principios biotecnológicos, como en el caso de los edulcorantes líquidos derivados del maíz y el azúcar de caña o remolacha, representa grandes posibilidades para algunos países y problemas en otros casos, y constituye una área de importancia vital para todos.

Aunque a primera vista parecería que los avances en biotecnología y los problemas tecnológicos que afectan al pequeño productor están separados por distancias demasiado grandes como para establecer relaciones de tipo estímulo-resultado entre ellos, ya existen posibilidades concretas de afectar favorablemente el patrón tecnológico de los pequeños productores. El cultivo de células y tejidos, por ejemplo, posibilita la multiplicación de material de siembra local de alto rendimiento y resistente a enfermedades, con el consiguiente efecto en la disminución de costos por uso de agroquímicos. Estas técnicas le permiten ahora al Centro Internacional de la Papa (CIP) evaluar variedades de papas respecto a una serie de enfermedades antes de transferirlas para su propagación. Mediante ingeniería genética es posible introducir genes para mejorar el contenido proteínico de los productos o manipular la tolerancia de las plantas a la salinidad o la sequía. Sólo estos dos últimos ejemplos son suficientes para entrever la potencialidad y magnitud del impacto que la biotecnología puede tener sobre los pequeños sistemas productivos: en el primer caso, es posible pensar en un mejoramiento significativo del nivel nutritivo de los pequeños productores por un mejor aporte proteínico mediante especies de consumo tradicionales; en el segundo caso, es posible pensar en la incorporación de tierras hasta ahora improductivas por su alto contenido de sales o en el mejoramiento de las condiciones productivas de tierras con déficit hídrico.

La biotecnología aumenta la capacidad de los genetistas y fitomejoradores para introducir en los cultivos resistencias a plagas y enfermedades, y está ayudando a consolidar los ya importantes esfuerzos para mejorar la capacidad de los granos básicos de fijar el nitrógeno. Ambas tendencias deberían eventualmente reducir el uso de insumos comprados y, por lo tanto, representar grandes beneficios para los pequeños productores.

Por otra parte, en el campo de las actividades pecuarias, los beneficios derivados de la biotecnología son también significativos. Ampliamente utilizadas en países desarrollados y crecientemente incorporadas en los países en desarrollo, lo constituyen las técnicas de inseminación artificial y transferencia de embriones. Estas, además de permitir liberar material genético mejorado a partir de un número limitado de progenitores, contribuyen a mejorar e incrementar más rápidamente los hatos nacionales. Igual y potencialmente importantes en las actividades pecuarias (dado su reducido uso práctico hoy en día), lo constituyen el estudio y manipulación del ADN para el diagnóstico, el control de enfermedades y la obtención de líneas de especies pecuarias con determinada expresión genotípica y fenotípica.

Sin embargo, en este campo la región está en marcada desventaja si se compara su situación con la del mundo desarrollado donde, con el propósito de impulsar un rápido progreso en este sector, los intereses de las grandes empresas se han sumado a los esfuerzos de las universidades y al considerable financiamiento estatal en la investigación biotecnológica. Las insuficiencias de la región se manifiestan básicamente en las especialidades agromédicas (genética, microbiología, biología molecular), en las cuales hay una marcada escasez de personal capacitado (Pinheiro 1985; Roca *et al.* 1986) agravada por la permanente “fuga de cerebros” hacia el norte (Morales 1985). Asimismo, la crisis financiera que atraviesan los países de América Latina y el Caribe ha contribuido a la reducción de los niveles del financiamiento público para la investigación. Por último, debe tenerse en cuenta que la industria de insumos agrícolas y productos farmacéuticos está constituida principalmente por filiales de las compañías transnacionales, y muy pocas actividades de investigación se realizan en la región (Goldstein 1985).

Una reciente encuesta sobre la investigación en biotecnología que se llevó a cabo en América Latina (Roca *et al.* 1986) determinó que solamente un 40% de los investigadores que trabajan en el sector tienen capacitación a nivel superior en el campo de la biología celular. Asimismo, si bien un 88% de las instituciones encuestadas efectuaban investigaciones utilizando técnicas de cultivo de tejidos, la biología molecular (ADN recombinante) está muy poco desarrollada (Cuadro 20). El cultivo de tejidos se lleva a cabo en laboratorios relativamente económicos; esta técnica se viene utilizando desde hace tiempo para la reproducción de plantas ornamentales y de otros cultivos como el de las uvas, y no requiere una comprensión de la estructura genética de los organismos (Arroyo 1986). La encuesta

Cuadro 20. Utilización de las distintas tecnologías modernas en las diferentes áreas de investigación biotecnológica

Área de investigación biotecnológica	Tecnologías	Instituciones ^a	
		No.	%
Celular	Cultivo de tejidos: protoplastos, células, meristemas, anteras, ovarios y otros	72	88.0
Genética/citogenética	Cariotipos, mapas genéticos, morfología cromosómica, herencia y otras	38	46.0
Bioquímica	Purificación y separación de proteínas y ADN, biosíntesis de metabolitos	32	39.0
Nuclear	Mutagénesis, sondas marcadas	27	33.0
Inmunología	Anticuerpos monoclonales, pruebas inmunológicas, bioproducción de vacunas	23	28.0
Molecular	ADN recombinante, clonación de genes, transferencia, regulación y expresión génica	19	23.0

a Resultado de 82 instituciones que contestaron el cuestionario.

Fuente: Roca *et al.* 1986:197.

mencionada comprobó también que las investigaciones en biotecnología sobre animales que se realizan en América Latina y el Caribe incluyen la fertilización y trasplante de embriones y la producción de algunas vacunas, pero que no se ha comenzado aún a trabajar en ingeniería genética propiamente dicha (Roca *et al.* 1986).

La región necesita también un mayor esfuerzo en ciencias básicas. La biotecnología es una área que requiere esencialmente un uso intensivo del conocimiento; por consiguiente, la disponibilidad de capital humano adecuado desempeña una función crítica para su desarrollo.

Las 82 instituciones que respondieron a la encuesta contaban en conjunto con 160 personas con título de doctorado que trabajaban en disciplinas relacionadas con la biotecnología, o sea un promedio de dos doctorados por centro. En el Cuadro 21 se presenta una distribución aproximada del personal, por tipo de institución. Dado que muchas de las personas que poseen un título de doctorado forman parte del personal administrativo y docente, se puede deducir que en esta área de trabajo son pocas las personas con nivel académico idóneo que se dedican a la actividad de investigación.

En muchos países de América Latina y el Caribe la situación es peor de lo que reflejan las cifras, ya que la distribución de los investigadores es desigual en favor de los países más grandes, tales como Brasil, México y Argentina. Por ejemplo, de 160 personas con doctorado,

Cuadro 21. Investigadores en biotecnología en América Latina. Número promedio de investigadores por institución y por tipo de centro de investigación^a

Tipo de centro	Con doctorado	Con maestría	Con título universitario	Personal total
Universidad	2.5	2.0	3.1	9.9
Instituto nacional de investigaciones agrícolas	1.7	2.4	3.2	9.8
Instituto nacional de investigaciones no agrícola	1.7	1.0	6.0	11.3
Centro internacional de investigaciones agrícolas	2.7	0.7	4.3	11.3
Instituto internacional regional	0.8	0.2	3.3	4.8
Institución mixta	0.8	1.0	1.8	4.2
Compañía privada	1.9	1.1	3.1	13.4
Promedio no ponderado	2.0	1.8	3.1	9.7

a Resultado de 82 instituciones que contestaron el cuestionario.

Fuente: Roca *et al.* 1986, con elaboración propia de los autores.

20 trabajaban en el Instituto de Genética de Brasil; 62 (o sea un 39% del total) se encontraban en seis instituciones (7% de las instituciones estudiadas) (Roca *et al.* 1986). De las 14 universidades que ofrecen títulos de doctorado en campos relacionados con la biotecnología, según la encuesta, nueve estaban situadas en Brasil (Roca *et al.* 1986).

A las deficiencias en recursos humanos hay que agregar el bajo nivel de financiamiento existente para la investigación en este campo. De las 82 instituciones encuestadas, solamente un 33% contaba con más de 100 000 dólares estadounidenses en infraestructura de biotecnología; sólo un 27% disponía de presupuestos de más de 50 000 dólares estadounidenses para 1986. Aun si se toman en cuenta las estimaciones presupuestarias más favorables para 1986, el total del presupuesto para actividades relacionadas con la biotecnología en estos 82 centros no supera los 2 millones de dólares estadounidenses.

En contraste con esta situación, en los Estados Unidos, en 1984, la industria privada de biotecnología captó más de US\$4 000 millones en inversiones; Genentech, la principal empresa de ingeniería genética, contaba con un personal de 647 personas, entre éstas 133 con título de doctorado, y disponía de un presupuesto anual para la investigación y su desarrollo de más de US\$20 millones (Kenney 1986). Por su parte, el Gobierno de los Estados Unidos invirtió en 1986 algo más de US\$2 000 millones en investigación biotecnológica (Natural Research Council); sumas similares están siendo invertidas en Japón y los países europeos.

Con respecto a investigación en biotecnología agropecuaria, específicamente en 1984-86 los gastos en Estados Unidos se estructuraron de la siguiente manera: Centros del Departamento de Agricultura: US\$24.5 millones; universidades: US\$71.3 millones; y firmas privadas: US\$150 millones, para un gran total de casi US\$250 millones por año. El gasto promedio por investigador en los Estados Unidos es aproximadamente US\$173 000 por año, pero una encuesta reciente reporta gastos por científico de cerca de US\$500 000 por año en algunos casos.

Esas grandes disparidades han impulsado a los gobiernos de América Latina y el Caribe y a los organismos internacionales a aunar esfuerzos para lograr una masa crítica mínima en el área de biotecnología; sin embargo, la capacidad existente a nivel regional varía notablemente de un país a otro.

Un listado reciente de los países con proyectos y programas nacionales sobre biotecnología incluía solamente a Brasil y Argentina (PNUD 1986); el programa del Brasil sólo se inició en 1986 (Pinheiro 1985). Naciones Unidas ha liderado esfuerzos coordinados que han contado con el apoyo de países como Argentina, Brasil, Costa Rica, Cuba, Chile, México y Venezuela (Grau 1985). A nivel privado los únicos países de América Latina que, de acuerdo con la lista, cuentan con empresas que trabajan en biotecnología son Argentina, Brasil, Chile y México (Pinheiro 1985; Otero 1987; PNUD 1986). Argentina, Brasil, Cuba y México cuentan con plantas experimentales de bioprocesamiento en funcionamiento (PNUD 1986).

La situación de América Latina y el Caribe refleja la disparidad existente a escala mundial en cuanto a recursos e investigación en este campo y plantea asimismo la necesidad de acciones inmediatas tanto a nivel nacional como multinacional, orientadas no a generar una situación de autosuficiencia, sino a establecer los mecanismos para la cooperación técnica y transferencia de tecnología que permitan subsanar en parte las debilidades mencionadas anteriormente.

El sistema nacional de investigación agropecuaria: un sistema en transición

Los institutos nacionales de investigación

El sector público desempeña un papel esencial en la generación y transferencia de tecnología agrícola. Existen dos razones económicas básicas para ello. En primer lugar, un alto porcentaje de los beneficios económicos resultantes de la investigación, en especial en el campo biológico, tales como las nuevas prácticas agronómicas, no pueden ser fácilmente apropiados en forma privada. También el Estado desempeña un papel crucial en el desarrollo de tecnologías para ciertos sectores como el sector campesino que, de otra manera, no sería atendido por el sector privado. Otra razón por la cual la investigación en el sector público resulta importante para la agricultura, es que los beneficiarios finales de los cambios tecnológicos a menudo no participan en el proceso de toma de decisiones cuando se examinan y seleccionan diferentes posibilidades tecnológicas. Tal es el caso de las innovaciones tecnológicas que contribuyen a reducir los precios al consumidor (innovaciones para aumentar la producción en una situación de demanda inelástica) o a aumentar la disponibilidad de productos que son destinados al comercio internacional (importaciones o exportaciones) en situaciones en las cuales se busca mejorar la balanza de pagos. En esos casos, el Estado actúa como sustituto de los diversos beneficiarios finales de los cambios tecnológicos. Esto pone de relieve la necesidad e importancia de un esquema de priorización que balancee los énfasis de investigación entre los cultivos alimenticios de consumo interno y los rubros dinámicos de exportación.

Las instituciones del sector público han tenido una importante labor en este contexto, tanto en América Latina y el Caribe como en los países más desarrollados. Si bien hay muchos ejemplos de esfuerzos de investigación promovidos por los gobiernos de los países de Latinoamérica desde el siglo pasado, la mayoría son casos aislados que no pueden ser tomados como parte de programas formales de investigación científica. Sólo después de la Segunda Guerra Mundial se inician esfuerzos sistemáticos para desarrollar la infraestructura necesaria para la generación y transferencia de tecnología agrícola. Al comienzo, el problema fue considerado desde el punto de vista de la transferencia de tecnología de los países desarrollados a los países subdesarrollados, lo cual requería infraestructuras capaces de adaptar las tecnologías disponibles a las condiciones locales. Los servicios de investigación agrícola existentes, situados por lo general en los ministerios de agricultura, eran inadecuados para dicha tarea debido a carencias en cuanto a apoyo presupuestario, participación de los agricultores, comunicaciones entre los investigadores y el personal de servicios de extensión, y también a la falta de coordinación entre las organizaciones encargadas de la generación de tecnología y las que proporcionan servicios de apoyo (Samper 1982; Trigo *et al.* 1983).

Como solución a esos problemas, se propuso trasladar la investigación agrícola fuera del marco administrativo de los ministerios, con el propósito de proporcionar a los directores de investigación un mayor control sobre los recursos y permitirles aplicar prácticas administrativas apropiadas a las necesidades de los procesos de investigación, sobre todo en lo referido a condiciones salariales y de trabajo para el personal y a los procedimientos de manejo presupuestario. Otros cambios importantes efectuados en los institutos incluyen un sistema central de financiamiento, el establecimiento de vínculos formales entre las actividades de planificación económica y sectorial, y la descentralización de las operaciones mediante una red de estaciones experimentales y programas de productos básicos.

Cuadro 22. Principales características de los institutos nacionales de investigación agrícola de países latinoamericanos

País	Sigla	Año de creación ^a	Status legal ^b		Funciones ^c I T E S	Descentralización regional de operaciones
			Pública Centralizada	Semiautónoma		
Argentina	INTA	1956	X		X X X	X
Bolivia	IBTA	1976			X X	
Brasil	EMBRAPA	1973 ^d		X	X	X
Colombia	ICA	1962	X		X X X X	X
Chile	INIA	1964		X	X X ^e	X
Ecuador	INIAP	1961	X		X	X
Guatemala	ICTA	1973		X	X X	X
México	INIA	1961 ^f	X		X X	X
Panamá	IDIAP	1975	X		X X	X
Paraguay	DIEAF		X		X X	
Perú	INIPA	1960 ^g	X		X X	
Uruguay	CIAAB	1961	X		X X	X
Venezuela	FONAIAP	1976 ^h	X	X	X X	X

a Se refiere a la institución actual. Todas ellas tuvieron instituciones predecesoras desde años antes, pero con características administrativas y funcionales sustancialmente diferentes.

b Grado en que está dentro o fuera del Ministerio de Agricultura, o que se encuentra en el escalafón público.

c I: Investigación; T: Transferencia de Tecnología; E: Educación de posgrado; S: Control sanitario.

d La entidad de investigación antecesora, el DPEA (1962), dependía del Ministerio.

e Responsabilidad solamente hacia agricultores medianos y grandes, desde 1982.

f A partir de 1986 se crea INIFAP, institución que reemplazó al INIA.

g La fecha corresponde a la creación del SIPA (hasta 1968), reestructurado como INIA (1978) y finalmente INIPA (1981).

h FONAIAP fue creado como fondo financiero en 1959, pero en 1976 se hizo cargo formalmente de la investigación.

Fuente: Venezian 1984:83.

De este proceso surgieron una serie de instituciones de investigación, que constituyen actualmente uno de los recursos más importantes con que cuenta la región para promover el desarrollo agrícola (Cuadro 22). Después de un largo período de crecimiento sostenido, esos organismos han entrado en una nueva fase de desarrollo institucional. Ello se debe en parte a la crisis de la deuda y su repercusión sobre los gastos públicos; además, se ha producido un cambio en el marco y el papel de la investigación del sector público en el desarrollo agrícola. Los cambios que se han producido recientemente en la asignación de recursos arrojan luz sobre la magnitud y la índole de este proceso.

Los presupuestos del sector público destinados a la investigación aumentaron rápidamente en el período comprendido entre 1962 y 1977 (Cuadro 23). En los 15 países de América Latina sobre los cuales se dispone de información, la tasa anual de crecimiento de los gastos de investigación alcanzó un promedio de 6.4% en términos reales; se registraron tasas de crecimiento espectaculares en México (12.8%), Brasil (14.5%) y Ecuador (12.1%). Los presupuestos para la investigación en la mayoría de los países aumentaron también con respecto al producto rural bruto (PRB), lo cual demuestra un reconocimiento claro, por parte de los gobiernos de América Latina y el Caribe, de la importancia que tiene la investigación y los considerables retornos económicos que se pueden obtener de las inversiones orientadas a generar cambios tecnológicos.

Durante el mismo período, el número de investigadores científicos aumentó aún más rápidamente hasta alcanzar una tasa de crecimiento de 8.7% anual para el conjunto de la región. El resultado inevitable fue una disminución de los recursos de investigación por científico, con la consecuente disminución en la capacidad operativa, lo cual limita seriamente el alcance de la importante inversión en capacitación realizada en el pasado y que prosigue en el presente. Es importante remarcar que, a pesar del fuerte aumento de recursos, los gastos públicos para la investigación agrícola y los servicios de extensión siguieron constituyendo sólo una pequeña proporción del total de los gastos del gobierno (Cuadro 24).

No obstante el crecimiento global de los presupuestos de investigación, es importante destacar que existen marcadas diferencias entre productos y a menudo falta de congruencia entre asignación de recursos y la importancia económica de los diferentes rubros (Cuadro 25). La asignación de fondos de investigación para alimentos básicos (maíz suave, papa, yuca, frijol, plátano) se encuentra muy por debajo de la correspondiente a cultivos de exportación (trigo, arroz, maíz duro) e industriales (algodón, café, cacao, azúcar). Si bien es posible pensar en buenas razones para justificar la falta de congruencia —como por ejemplo la existencia de masa crítica de investigadores en algunos productos, o las oportunidades de ganancias en productividad en el corto plazo en otros—, los desvíos significativos podrían implicar poca consideración al tema de prioridades en asignación de recursos o que grupos particulares de interés están sesgando la investigación en su propio beneficio (Ruttan 1987). La baja tasa de producción de alimentos básicos (1.7%) para el mismo período es uno de los resultados de la falta de atención de estos cultivos.

En cuanto al impacto de estos esfuerzos, y aunque resulta necesario reconocer que el nivel de inversión en investigación agrícola no es el único determinante del crecimiento en la producción, hay algunos datos interesantes que analizar. En un estudio reciente emprendido por el Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (GCI/AGIAR) (Scobie 1987), 17 países de América Latina y el Caribe fueron agrupados de acuerdo con sus gastos de investigación (Cuadro 26). Durante la década 1963-73 no hubo diferencia perceptible alguna en el crecimiento de los sectores agrícolas independientemente del nivel

Cuadro 23. Países de América Latina y Canadá: tasas anuales de crecimiento en los presupuestos de investigación, número de científicos y presupuestos de investigación en relación con el Producto Rural Bruto (PRB)

	Presupuesto de investigación (B)		Número de científicos (en años-hombre) (R)		B/R		B/PRB	
	1962-1977	1977-1982	1962-1977	1977-1982	1962-1977	1977-1982	1962-1977	1977-1982
P O R C E N T A J E S								
Costa Rica	6.5	0.5	2.1	5.7	4.3	5.8	1.2	2.3
El Salvador	7.4	1.6	4.3	5.0	-1.6	2.4	2.0	-3.5
Guatemala	2.0	5.7	14.3	13.2	-7.2	6.6		
Honduras	-3.1	4.0		4.8			-5.8	2.4
Nicaragua	5.6	1.0	10.4	13.5	-4.4	-11.1	0.3	6.1
Panamá	7.1	19.4	21.2	6.6	-6.9	0.7	2.9	17.8
Centroamérica	4.3	4.7	10.5	8.1	-3.2	-4.1	0.1	5.0
México	12.8	13.1	10.3	6.9	2.2	5.8	8.3	12.9
Argentina	2.8	-4.1	5.5	2.9	-2.6	-6.8	3.5	-5.8
Brasil	14.5		8.8	7.4	5.5		9.0	
Chile	6.5	-3.3	3.7	-0.1	2.7	-3.2	5.6	-3.1
Colombia	-0.2	-2.1	1.8	1.6	-2.0	-3.7	-4.2	2.9
Ecuador	12.1	-2.1	15.2	10.1	-2.7	-11.1	8.1	-0.5
Perú	7.8	0.1	6.2	5.9	1.5	-5.4	5.9	6.0
Uruguay	6.2	-5.8	8.9	-2.4	-2.4	-3.5	7.0	-7.0
Venezuela	7.9	-1.6	9.4	-2.3	-1.4	0.8	3.2	-2.9
Area Andina y Cono Sur	7.2	-2.7	7.4	2.9	-0.2	-4.7	4.8	-1.5
América Latina	6.4	1.6	8.7	5.2	-1.1	-3.7	3.4	2.1
Canadá	5.7	-0.1	3.3	0.2	0.4	-0.3	2.8	-1.1

Fuente: De Janvry, Runsten y Sadoulet 1987:30.

Cuadro 24. Proporción (%) de los gastos públicos asignados a la investigación y los servicios de extensión en países seleccionados de América Latina

IYE/GPA^a	1950	1960	1970	1980
Argentina	5.1	10.0	6.7	8.6
Bolivia		8.8	1.3	
Brasil	1.0	1.4	1.7	11.6
Chile			1.6	
Costa Rica			12.1	4.5
México	0.6	2.2	1.2	1.9
Perú				
Venezuela			16.5	11.5

GPA/GPT^b	1950	1960	1975	CV^c 1950-1978
Argentina	2.9	2.5	1.5	.22
Bolivia		4.2	23.3	.41
Brasil	4.6	3.9	1.1	.52
Chile	3.3	4.0	5.5	.42
Colombia	4.9	4.5	5.6	.47
Costa Rica		1.8	2.9	.26
México	16.6	4.5	10.1	.35
Perú	5.9	2.6	8.5	1.37
Venezuela	5.5	7.0	8.6	.21

a IYE (Investigación y Extensión); GPA (Gasto Público en Agricultura).

b GPT (Gasto Público Total).

c CV (Coeficiente de Variación).

Fuente: Elías 1985.

Cuadro 25. América Latina y el Caribe: gastos de investigación por productos (porcentaje del valor de la producción)

Alto (1%)	Medio (0.5-1%)	Bajo (0.5%)
Trigo	Frijoles	Arroz
Vegetales	Cítricos	Papas
Aves	Café	Maíz
	Bananos	Batata
	Carne vacuna	Yuca
	Carne de cerdo	

Fuente: Scobie 1987:43.

de inversión en investigación. Fue precisamente durante este período que los gastos en investigación crecieron significativamente y reflejaron una fase de inversión en instalaciones y capacitación. Sin embargo, en la década que finalizó en 1983 se puede observar que el crecimiento de la producción agrícola fue 20% superior en aquellos países con mayores niveles de inversión en investigación (Cuadro 26). En contraste, la producción agrícola registró una caída en aquel grupo de países caracterizado por la baja inversión en investigación. Esto sugiere que la investigación agrícola tiene un largo período de gestación y que las necesidades de investigación son constantes. Es posible alcanzar incrementos en los rendimientos pero al mismo tiempo se crea un “treadmill” (rutina tediosa) de investigación si es que se pretende mantener dichos altos rendimientos en el mediano y largo plazo.

El período de desarrollo sostenido de las inversiones en investigación fue interrumpido, con algunas excepciones, por la crisis de los años 80. Si se examina la situación reciente en ocho países para los que existe información detallada posterior a 1980, se encuentra que la tasa de crecimiento de los presupuestos en términos reales declinaron significativamente de 1981 en adelante en todos, con excepción de Colombia, país que experimentó un rápido incremento desde 1982, probablemente sobre la base de un préstamo del Banco Mundial concedido en 1984. Por su parte, la situación relativamente favorable que se observa en Panamá se debe fundamentalmente a un fuerte componente de donaciones de ayuda internacional, principalmente de la USAID (Cuadro 27). En los otros países (Brasil, Uruguay, Ecuador, Guatemala y Argentina) los presupuestos reales cayeron notoriamente; en casi todos los casos esta caída de los gastos públicos para la investigación agrícola se produjo en el contexto de las políticas de estabilización y de una reducción general de los gastos públicos.

Cuadro 26. Gastos en investigación y crecimiento agrícola en América Latina (promedio para tres grupos de países)

Gasto de investigación en 1980	Índice de GNPAg ^a		Relación
	1963 = 100	1973 = 100	1984/1973
GNPAg %			
Alto (1.25%) ^b	99	110	111
Medio (0.45%) ^b	100	98	98
Bajo (0.25%) ^b	103	86	83

a GNPAg = Geographic National Product Agriculture (Producto Geográfico Nacional Agrícola).

b Los países incluidos en cada uno de los tres grupos son:

Alto: Argentina, Barbados, México, Brasil, Venezuela y Chile.

Medio: Colombia, Uruguay, El Salvador, Guatemala, Ecuador, Bolivia y Perú.

Bajo: Nicaragua, Costa Rica, Jamaica y República Dominicana.

Fuente: Scobie 1987:44.

Cuadro 27. Gastos en investigación: Argentina (INTA), Brasil (EMBRAPA), Chile (INIA), Colombia (ICA), Ecuador (INIAP), Guatemala (ICTA), Panamá (IDIAP), Uruguay (CIAAB)^a

Año	ARGENTINA	BRASIL	CHILE	COLOMBIA	ECUADOR	GUATEMALA	PANAMA	URUGUAY
	Pesos de 1980 (millones de pesos reales)	Cruceiros de 1980 (millones de cruceiros reales)	Pesos de 1980 (millones de pesos reales)	Pesos de 1980 (millones de pesos reales)	Sucres de 1980 (miles de sucres reales)	Quetzales de 1980 (miles de quetzales reales)	Balboas de 1980 (miles de balboas reales)	Pesos de 1980 (millones de pesos reales)
1966								
1967								
1968								
1969								
1970	226 078		382 362	992.4	224			
1971	189 770		612 945	959.7	177			
1972	208 828		558 934	865.6	207			
1973	254 765		426 395	818.1	388			
1974	285 879	1 888	511 380	672.3	354	4 143		27 500
1975	215 619	3 736	580 566	727.6	328	3 705	701	30 200
1976	210 091	4 747	479 625	635.4	266	3 276	1 204	36 706
1977	227 447	5 321	409 542	612.2	211	3 599	1 406	29 819
1978	254 469	5 965	450 955	732.8	268	3 878	1 382	33 400
1979	261 036	7 669	423 808	729.8	229	3 723	2 866	25 815
1980	293 475	8 004	443 670	682.7	271	4 233	3 553	32 853
1981	247 414	8 072	534 456	752.5	264	4 411	3 278	37 179
1982	187 388	10 669	423 462	672.2	215	3 558	4 971	34 037
1983	194 448	7 577	427 580	849.3	188	3 269	3 703	25 481
1984	173 339	7 010	495 676	1 296.0	181	3 525	5 060	19 818
1985	249 544	7 741	489 276	1 410.5	178	2 583	3 949	
1986				1 482.9 ^b				
1987				1 540.6 ^b				
1988								

a INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; EMBRAPA: Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria; INIA: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias; ICA: Instituto Colombiano Agropecuario; INIAP: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; ICTA: Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas; IDIAP: Instituto de Investigaciones Agropecuarias; CIAAB: Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger".

b Estimación.

Fuente: CEPAL 1986; ISNAR 1987.

Cuadro 28. Presupuesto y gastos de investigación por número de investigadores

País	Ecuador-INIAPA		Brasil-EMBRAPA		Argentina-INTA		Guatemala-ICTA		Colombia-ICA		Panamá-IDIAP		Uruguay-CIAAB		Chile-INIA	
	No. de investigadores	Presup. real para investigación (Millones de sucres de 1980)	No. de investigadores	Presup. real para investigación (Millones de cruzeiros de 1980)	No. de investigadores	Gastos tot./no. de investigadores (Millones de pesos de 1980)	No. de investigadores	Costo tot./personal (Miles de quetzales de 1980)	No. de investigadores	Costo de investigación/no. de investigadores (Miles de pesos de 1980)	No. de investigadores	Costo de investigación/no. de investigadores (Miles de balboas de 1980)	No. de investigadores	Gasto real/no. de investigadores (Miles de pesos de 1980)	No. de investigadores	Gasto real/no. de investigadores (Miles de pesos de 1980)
1965															115	1 420
1970					795	284.4									153	2 565
1973																
1974	161	2.2	872	2.2	880	324.9										
1975																
1976			1 328	3.6		254	12.9									
1977																
1978	186	1.4	1 336	4.5	880	289.2										
1979																
1980			1 553	5.2		333	11.2									
1981																
1982	181	1.2	1 597	6.7	1 005	195.5		9.3								
1983																
1984			1 619	4.3												
1985			1 650	4.7	1 119	223.0		6.7								
1986	239	0.7														

a Para la significación de las siglas, ver nota del Cuadro 27.

b El costo de investigación del año 1984 para Colombia incluye Fondos del Préstamo BIRF, y una parte pudo ser utilizada en la capacitación de personas no incluidas.

Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en el Programa de Generación y Transferencia de Tecnología (IIICA 1988).

Este deterioro en los niveles de los gastos de investigación se da en el contexto de la maduración de los programas de capacitación iniciados durante la primera mitad de los años 70; ello dio como resultado una fuerte reducción de los recursos reales por científico, la magnitud de los cuales se puede apreciar en los ejemplos presentados en el Cuadro 28. Dos excepciones a esta situación son el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el cual los gastos por investigador crecen de 1980 en adelante, aunque esta tendencia puede cambiar a medida que regresen los investigadores que actualmente se están capacitando en el extranjero; y en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB) de Uruguay, donde los gastos por investigador declinaron aunque no haya aumentado el número de científicos.

Esta tendencia a distribuir un presupuesto en constante reducción entre el número crecientemente mayor de personal científico, tiene un paralelo con el número cada vez mayor de estaciones experimentales, cultivos y especies que tienen que ser atendidos por las instituciones de investigación. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentina tiene ahora 40 estaciones experimentales, tres centros de investigación y 38 programas; el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agropecuarias (INIFAP) en México tiene 85 estaciones experimentales y ocho centros; el ICA en Colombia tiene 18 estaciones experimentales y cerca de 40 programas. En 1988, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) de Ecuador tiene 15 estaciones experimentales y lleva adelante investigación en 71 productos. Esta situación es el resultado de presiones políticas, que sin embargo casi nunca vienen acompañadas con el correspondiente compromiso de apoyo necesario para hacerla viable. No cabe duda que en muchos países hay necesidad de una mayor descentralización y una mejor respuesta a las necesidades de investigación locales, pero esta necesidad no debe tomarse como excusa para continuar con programas de investigación extendidos más allá de los requerimientos mínimos de masa crítica y sin un adecuado sentido de las prioridades.

Paralelamente a la caída de presupuesto, las instituciones públicas de investigación han tenido que afrontar un alto grado de inestabilidad de los recursos presupuestarios asignados a las mismas. El coeficiente de variación para los gastos de investigación y extensión varía en los países entre un 16% y un 41%. Al mismo tiempo, la composición de los gastos del gobierno muestra que los gastos públicos para la agricultura son más inestables que los gastos en salud, transporte o comunicaciones (Elías 1985). Sin embargo, los gastos de investigación y extensión no muestran mayor o menor inestabilidad sistemática que el total de gastos públicos para la agricultura. Dado que los programas de investigación para la agricultura requieren largos períodos de gestación y que los grupos de investigación se desarrollan lentamente, la inestabilidad del presupuesto público para ese rubro constituye un importante obstáculo para lograr la eficiencia de las instituciones públicas en este campo. Para obtener resultados más eficaces habría que proteger esos presupuestos tanto de los procesos políticos como de las fluctuaciones en los ingresos públicos.

Las nuevas orientaciones del desarrollo institucional

La naturaleza de la tecnología que se genera y difunde actualmente tiene importantes repercusiones en el papel del sector público frente al privado en el proceso de generación y transferencia de tecnología. Los institutos nacionales de investigación surgieron como instituciones públicas en respuesta a una realidad práctica: la mayoría de los países no disponía de estructuras de investigación, o bien las existentes eran ineficaces y el Estado aparecía como el único medio para generar el nivel de actividad necesario (Trigo y Piñeiro

1980). Esta situación fue una consecuencia natural de dos factores en particular: las dificultades de la apropiación privada de los beneficios de la investigación (especialmente en el caso de las técnicas agronómicas) y el incipiente nivel de desarrollo industrial imperante en la región en las décadas de 1950 y 1960.

Durante los últimos tres decenios, sin embargo, como resultado del proceso de modernización agrícola, se han producido cambios importantes. En primer lugar, el sector agrícola experimentó cambios institucionales significativos a medida que organizaciones de agricultores y otros grupos comenzaron a trabajar intensamente para expresar sus propios intereses y obtener servicios agrícolas. En segundo lugar, las prácticas agronómicas perdieron su posición predominante como medio para mejorar la producción y la productividad agrícola, mientras que las tecnologías biológicas, químicas y mecánicas adquirieron mayor importancia. Ambos fenómenos han contribuido a incrementar la participación del sector privado en las actividades de generación y transferencia de tecnología. Este hecho abre un amplio margen de oportunidades en cuanto a las posibilidades de movilizar recursos para el desarrollo tecnológico y vincular directamente a los procesos decisorios a los principales actores y grupos de interés del sector agropecuario. Al mismo tiempo, estos desarrollos plantean un conjunto de nuevas demandas en cuanto a orientaciones y políticas específicas, de tal manera que se asegure un desarrollo tecnológico equitativo y consistente con las prioridades de desarrollo nacionales.

La participación de los nuevos sectores se da a través de un sinnúmero de mecanismos, cada uno de los cuales con características particulares. En primer lugar, se encuentran las organizaciones de productores, especialmente las vinculadas a situaciones en las que prevalecen las estructuras homogéneas de producción (en términos de tipos de finca y concentración geográfica de la producción) y en las cuales el potencial tecnológico ya existe. En este sentido, las asociaciones de agricultores del arroz y la caña de azúcar en Colombia son buenos ejemplos de cómo 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 la década de 1950, pero no es sino hasta que el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) inicia sus actividades arroceras en 1970 y crea un importante potencial tecnológico, que se establece el triángulo operativo ICA-FEDEARROZ-CIAT, responsable del desarrollo tecnológico de la producción arroceras 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 esta entidad se consolidaba y desarrollaba su capacidad técnica. Después que el CIAT inició sus actividades arroceras al principio de la década de 1970, y apareció un sustancial "potencial tecnológico" por explotar, la participación directa de FEDEARROZ en sociedad triangular con el CIAT y el ICA cobró importancia crítica. El caso de la caña de azúcar presenta una situación diferente, pues la asociación cañera (compuesta principalmente 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 (CENICANA) 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 Perú; trigo y cacao en Colombia; tomates industriales en República Dominicana y Panamá; y el Patronato de Sonora, en México, que abarca una diversidad de productos) (Barsky 1985; ISNAR 1983; Paz y Puiggnó 1985).

La intervención de las organizaciones de productores en la adaptación y disseminación de tecnología también es 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 Argentina sirven como ejemplo de esta tendencia. Establecido a finales de la década de 1950, el modelo CREA -a través del cual productores individuales se reúnen para intercambiar información tecnológica y controlar su propia asistencia técnica- se extendió rápidamente durante la década siguiente y cobró fuerza de manera particular en la década de 1970. A principios de los años ochenta había en Argentina aproximadamente 150 grupos, con un total de más de 1500 miembros individuales. El modelo se ha extendido desde entonces a otros países del Cono Sur, especialmente Chile y Uruguay, y hay indicios de iniciativas similares en otros países de la región (Martínez 1985).

Un segundo acontecimiento institucional de importancia en los últimos tiempos, es el establecimiento de las fundaciones de investigación y desarrollo. Dentro de este tipo de instituciones se debe distinguir entre las que realizan actividades de investigación directamente y las que sólo financian investigaciones que desarrollan otras organizaciones de investigación, públicas o privadas (Lindarte 1986). 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. Aunque la investigación aplicada es la actividad principal, todas cuentan con programas de transferencia muy fuertes, y en el caso de la Fundación Chile se llega a abarcar incluso el diseño y ejecución de proyectos agroindustriales para explotar potenciales de producción u oportunidades de mercado concretas. Las fundaciones que financian investigaciones son más recientes y se encuentran aún en la etapa de desarrollo. La Fundación Dominicana de Investigación Agropecuaria, en República Dominicana, y la FUNDAGRO de Ecuador pertenecen a este grupo. En la mayoría de los casos estas fundaciones se desarrollaron como respuesta a iniciativas de donantes externos interesados en contar con alternativas de apoyo a las instituciones públicas de investigación; aún deben consolidar sus aspectos funcionales y demostrar su viabilidad financiera en el largo plazo. La mayoría depende financieramente de asignaciones provenientes de fuentes externas (principalmente USAID).

Ya sea que realicen las actividades de investigación directamente o se limiten a financiar investigaciones, las fundaciones son importantes porque representan una contribución neta a la capacidad de investigación de los países, así como una forma de ampliar la base de apoyo a esta actividad.

Potencialmente 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 utilización de la misma. 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 (Avalos y Pinango 1986). En segundo lugar, constituyen un “banco” institucional de recursos del sector privado para el fomento de la investigación. Cada vez con mayor arraigo se concibe a la tecnología mejorada como aporte crítico para el desarrollo agrícola, pero en la mayoría de los casos el sector privado doméstico 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 surgir como 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 sea lo más apropiado con respecto al tema tratado.

Un tercer aspecto del desarrollo institucional relacionado con el sector privado se deriva de la creciente importancia que adquirieron las semillas, los productos agroquímicos y la maquinaria con respecto a las prácticas agronómicas como fuente de aumento de la productividad. Este tipo de tecnologías puede estar sujeto a derechos de propiedad. Además, la capacidad de producir y distribuir insumos tecnológicos constituye el factor determinante para la difusión de estas prácticas, mientras que la investigación en sí misma y la extensión tienen efectos secundarios. Ambos factores sugieren una participación cada vez mayor del sector privado en las actividades de generación y transferencia de tecnología. El rápido desarrollo de la industria de las semillas en muchos países de la región, además de la creciente importancia de la distribución de insumos como industria, son ejemplos de la forma en que se materializa esta tendencia (Burbach y Flynn 1980; Seghal 1977). La creciente participación de la biotecnología para aumentar la productividad actual y futura de la agricultura hará que este fenómeno adquiera más fuerza y mayores dimensiones, pues existen numerosos factores que están contribuyendo a que se produzca un cambio significativo en la organización industrial del comercio de insumos para la agricultura, con una mayor integración horizontal a nivel de la producción y comercialización de insumos y una mayor participación de las empresas transnacionales.

Esto no es nuevo, ni exclusivo de la experiencia latinoamericana. La evolución de la experiencia de los 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 el Caribe, 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 estos campos. El carácter multinacional de estas empresas ha reducido algunas de las restricciones del mercado, ya que el conocimiento tecnológico y las innovaciones desarrolladas en un país pueden ser utilizados en otro y, por lo tanto, sus inversiones en investigación y desarrollo pueden distribuirse en una área de aplicación de la tecnología resultante mucho mayor (Trigo y Piñeiro 1981).

Esta mayor participación de las empresas transnacionales trae aparejado un conjunto de consecuencias de importancia, tanto en lo que se refiere al tipo de tecnologías disponibles como a consideraciones de tipo político asociadas a una creciente dependencia de este tipo de entidades en cuanto a la provisión de insumos estratégicos para la seguridad alimentaria.

Un cuarto mecanismo que ha cobrado también bastante relevancia está vinculado a los complejos agroindustriales que normalmente se dedican a los cultivos industriales y a productos de alto valor agregado. En muchos casos estas empresas montan sus propias unidades de investigación, además de sistemas de asistencia técnica para asegurarse un aprovisionamiento continuo de materia prima acorde con las especificaciones de sus procesos de producción industrial y/o de sus mercados (de Janvry 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 donde las grandes cooperativas (SANCOR) y algunas empresas privadas como "La Serenísima" han asumido casi todas las funciones de investigación, 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 que se hicieron inicialmente en investigación condujeron a la creación de compañías productoras de semillas para vender los productos que al comienzo se generaron con el fin de satisfacer las necesidades internas de materia prima. Los casos de las legumbres y las fresas en México son también importantes; sin embargo, en estos casos las actividades de investigación están incluidas en las corporaciones transnacionales involucradas en la exportación de productos frescos o congelados al mercado estadounidense. Ello puede aplicarse también a 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 sustancialmente, a medida que aumenta el porcentaje de producción agrícola que debe procesarse antes de llegar a su mercado de destino y conforme se intensifican los esfuerzos que se hacen por diversificar las exportaciones agrícolas y aumentar su valor agregado.

Las experiencias en generación y transferencia de tecnología para pequeños productores: un desequilibrio entre propósitos y resultados²

Generar y transferir tecnología para mejorar el nivel productivo, el ingreso y el nivel de vida de los pequeños agricultores ha constituido una preocupación constante en América Latina, particularmente durante las últimas tres décadas.

Desde sus inicios a principios de los años cincuenta, en el campo de la extensión agrícola se visualizó como usuario principal al pequeño agricultor latinoamericano con la finalidad de *ayudar a la población rural a mejorar su nivel de vida y elevar las normas educativas y*

2 Los autores quieren hacer expreso reconocimiento a Eduardo Indarte por sus aportes al desarrollo de esta sección.

sociales de la vida rural. Esta estrategia fue desarrollada con el propósito de lograr objetivos tan amplios como los citados e incluyó acciones relacionadas con el mejoramiento económico y social del productor y su familia. Aunque este enfoque fue el más generalizado, en la mayoría de los países se pusieron en funcionamiento algunas variantes del mismo con la finalidad de transferir tecnología a los productores, en buena medida como forma de adecuar la labor del servicio de extensión agrícola a los limitados recursos asignados y probablemente también como forma de expresión consciente o inconsciente de diferentes maneras de percibir los problemas vinculados al proceso de adopción tecnológica. Estas variantes dieron prioridad a la asistencia técnica directa, ya sea grupal o individual, a la comunicación, a la capacitación-demostración y al crédito supervisado. Es interesante observar que el denominador común entre estos diferentes mecanismos de transferencia de tecnología está dado por el hecho de que todos ellos fueron diseñados y operados suponiendo la existencia de una *articulación natural e inevitable del proceso de investigación y sus resultados, con el proceso de transferencia de dichos conocimientos y su adopción por parte del productor.*

La revisión de los informes correspondientes a diferentes conferencias internacionales realizadas sobre el tema de extensión agrícola entre los años 60 y 80 en América Latina, es útil para tener una idea global de cuál ha sido la percepción de los países de la región sobre sus propias experiencias. De esta información surge en forma bastante evidente que el desempeño de los mecanismos utilizados para transferir tecnología a los pequeños productores muestra resultados poco satisfactorios, pese al considerable esfuerzo realizado en diferentes países del continente, incluidas algunas experiencias recientes basadas en el sistema conocido como "Capacitación y Visitas". Varias ineficiencias y "desarticulaciones" pueden ser relacionadas con esta situación y servir, al mismo tiempo, como elementos importantes para el diseño de estrategias más efectivas en este campo.

Investigación y extensión: "paralelas pero separadas"

Uno de los elementos característicos de la organización institucional y de la estrategia operativa utilizadas para generar y transferir tecnología radica en que estas dos funciones se realizaron en forma más o menos independiente (salvo pocas excepciones). Tanto para la investigación como para la extensión se ha desarrollado una labor en forma compartimentada, con relaciones más de tipo coyuntural (por ejemplo, en proyectos específicos) o personal, que de tipo funcional y de carácter institucional permanente.

Este problema fue detectado tempranamente y existieron intentos de corrección que recurrieron a formas variadas de solución como, por ejemplo, ubicar en una misma dependencia y bajo una misma línea de mando a las direcciones de investigación y de extensión o, en un caso extremo, llegando a proponer que un extensionista dirigiera el servicio de investigación y que un investigador dirigiera el servicio de extensión. Obviamente esto no fue efectivo y los problemas siguieron siendo identificados como "de investigación" o "de extensión" y considerados "paralelos pero separados".

La idea de que el extensionista es el puente entre investigación y extensión en la práctica ha actuado en sentido contrario a lo esperado, pues ha contribuido a que la investigación genere productos tecnológicos sin mayor responsabilidad, en términos de su adopción, de su utilidad y de su capacidad para mejorar realmente los problemas del pequeño productor. Por otra parte, esta situación ha llevado a que la extensión reciba productos terminados sin responsabilidad en cuanto a su generación y, por lo tanto, a su adoptabilidad, utilidad y capacidad de contribución económica.

Una oferta de tecnología no adecuada a las características de la demanda

La estrategia de trabajo utilizada para diseñar y ejecutar proyectos de investigación y de transferencia ha estado basada más en la oferta de información tecnológica que en la previa consideración de las limitantes tecnológicas principales a nivel de la unidad de producción. En general se ha considerado que la tecnología cuya utilización a nivel experimental determina los mejores rendimientos es la mejor y que ésta es la que debe ser ofrecida a los productores. De esa manera, los productos tecnológicos han sido generados y han pretendido ser transferidos sin un conocimiento adecuado de las verdaderas circunstancias de los pequeños productores, y particularmente de sus escasos recursos que afectan y limitan la adopción de tecnología, así como la estrategia que ellos utilizan para la combinación y gerencia de los mismos.

La falta de consideración de las verdaderas circunstancias que afectan la operación de los pequeños sistemas productivos ha marcado fuertemente la metodología de trabajo de los servicios encargados de mejorar su nivel tecnológico. Muchas de las publicaciones sobre el tema Extensión Agrícola, o el contenido de los programas de muchas actividades de capacitación dirigidas a la formación de extensionistas, muestran que un supuesto que ha influido considerablemente en el funcionamiento de la extensión es la falta de información por parte del productor sobre técnicas apropiadas para mejorar la operación de su sistema productivo. Este puede llegar a ser, en determinadas circunstancias, el principal factor limitante; en esos casos, proporcionar información como estrategia principal puede ser útil para lograr cambios, pero en aquellos casos en que la falta de información tecnológica no sea la única ni la principal limitante al mejoramiento del sistema productivo, el desarrollo de una estrategia basada en el establecimiento de un flujo unidireccional de información técnica, particularmente si ésta no fue diseñada de acuerdo con las necesidades reales de los pequeños productores, ha probado ser completamente inútil.

La concepción de que la oferta de tecnología debe ser adecuada para satisfacer una demanda conformada por un conjunto de limitantes técnicas específicas y prioritarias, contiene la idea de suficiente calidad técnica del producto tecnológico a ser transferido y de suficiente capacidad técnica de los responsables de su transferencia. En este sentido, es evidente la necesidad de un conocimiento profundo de los aspectos prácticos del manejo de las pequeñas unidades y de los sistemas productivos desarrollados por los pequeños productores, como condición imprescindible para trasladar los conocimientos científicos obtenidos por los investigadores a los productores y las tecnologías que ellos aplican.

Con respecto a la naturaleza de la tecnología, está claro que los mayores esfuerzos se concentran en aquellas incorporadas (semillas, fertilizantes, agroquímicos). Esta estrategia resultó frecuentemente inapropiada, ya sea porque el paquete tecnológico no respondía a las condiciones y problemas de producción imperantes, o bien porque era demasiado riesgosa para muchos productores y suponía la disponibilidad de crédito, la cual no existía. Esto ha llevado a reorientar el esfuerzo tecnológico hacia el mejoramiento de las prácticas agronómicas, el desarrollo de estrategias de bajo costo para el control de plagas y el mejoramiento del manejo poscosecha y almacenamiento. Sin embargo, estas estrategias han tendido a sustituir trabajo por capital y en más de un caso han entrado en conflicto con una limitada disponibilidad de mano de obra para las tareas agropecuarias. En el futuro será necesario un renovado esfuerzo por desarrollar tecnologías que respondan a estudios profundos sobre las particularidades económicas, ecológicas y sociales de las zonas donde se pretenda difundir.

Estos esfuerzos requerirán inevitablemente reconsiderar el tipo de personal que se necesita para trabajar en investigación y extensión para los sectores campesinos. Por ejemplo, si bien muchos sistemas nacionales ya tienen economistas en su equipo, todavía es escaso el énfasis en otras disciplinas sociales (antropología, sociología) que son críticas para desarrollar un adecuado entendimiento de los sistemas campesinos. Algunos centros internacionales como el Centro Internacional de la Papa (CIP), por ejemplo, han realizado importantes inversiones a este efecto, pero en muchos casos la falta de contrapartes nacionales ha limitado el impacto de estas inversiones (Sawyer y Valle Riestra 1986). De la misma manera, hay aún muy poco énfasis en las disciplinas relacionadas con el control biológico de plagas y enfermedades. Esto es particularmente importante en relación con el desarrollo de nuevas tecnologías para aumentar la participación de los pequeños productores en los “nuevos” cultivos de exportación, tales como frutas, hortalizas y flores, en los cuales los requerimientos de calidad son muy estrictos.

Dado que la tecnología que requieren los campesinos no está asociada con los insumos físicos, el sector privado encuentra muy pocos incentivos para participar en su desarrollo y difusión. Por lo tanto, el sector público tiene y continuará teniendo un papel fundamental; la gran magnitud de la tarea que esto implica y las restricciones de recursos que ese sector enfrenta, obligan a considerar seriamente el desarrollo de estrategias de cooperación con organizaciones no gubernamentales (ONGs) como una forma de multiplicar el impacto de los esfuerzos de investigación. Algunos datos disponibles sugieren que existe un gran número de organizaciones que podrían participar en iniciativas de esta naturaleza; ello permitiría a los organismos públicos contar con canales adecuados para llegar a las clientelas meta, y a las ONGs tener un permanente flujo de conocimientos tecnológicos apropiados a las condiciones productivas de los pequeños productores. Esfuerzos de este tipo permitirían duplicar los acuerdos y prácticas de cooperación pública/privada ya en funcionamiento para los sectores comerciales y posibilitarían una mayor descentralización del proceso de generación y transferencia de tecnología.

Una organización institucional y una estrategia operativa uniforme frente a una demanda tecnológica altamente diferenciada

El análisis de las causas determinantes de la situación de desarticulación entre el proceso de generación de tecnología y su incorporación efectiva a nivel de los pequeños sistemas productivos, permite identificar otro supuesto que en forma implícita influyó negativamente en la organización y funcionamiento de la generación-transferencia: la demanda de tecnología es lo suficientemente homogénea para que una organización institucional única y una estrategia operativa con pocas variantes sea suficiente para cubrir diferentes requerimientos y, por lo tanto, capaz de provocar cambios a nivel de diferentes tipos de productores, diferentes regiones e incluso diferentes países. Es posible señalar, sin embargo, que la falta de adaptación a diferentes normas culturales, la carencia de recursos financieros y deficientes situaciones agroproductivas, por sólo citar algunas, dificultó la obtención de cambios significativos y generalizados en el nivel de adopción por parte de los pequeños productores.

Como ya se señaló, la problemática del cambio tecnológico del pequeño productor se enfrenta a una realidad heterogénea y compleja. Esto requiere una organización de generación-transferencia y una metodología de trabajo apropiadas para reconocer y caracterizar los diferentes tipos de productores involucrados, y desde allí comenzar a diseñar, generar y poner a disponibilidad de los productores soluciones apropiadas para sus

principales limitantes tecnológicas, con el propósito de que contribuyan a mejorar su relación beneficio/costo.

El problema de la multidimensionalidad del sistema productivo y el aporte del enfoque de sistemas de la investigación agropecuaria y el desarrollo rural

Se ha hecho referencia a la necesidad de reconocer la complejidad y heterogeneidad de la situación de las pequeñas unidades productivas. En ese sentido, la observación de la metodología de trabajo utilizada para generar y transferir tecnología muestra que la misma incorpora otro supuesto: la unidad de producción puede ser operada con base en un solo criterio o criterios simples de decisión relacionados con elementos supuestamente aislables del sistema productivo. Este enfoque también tuvo un efecto considerable en la organización, diseño y ejecución de la investigación agropecuaria de tipo tradicional, pues hizo pensar que era posible provocar cambios significativos en el conjunto del sistema productivo mediante acciones aisladas a nivel solamente de algunos de sus elementos, sin considerar suficientemente el efecto sobre los restantes componentes del sistema y viceversa. Seguramente puede encontrarse aquí una explicación, por ejemplo, a la diferencia existente entre disponibilidad actual de variedades mejoradas y su uso efectivo por parte de los pequeños productores.

Evidentemente este modelo unidimensional de aproximación a la realidad utilizado por la investigación y extensión debía agotarse, pues los resultados obtenidos de su utilización no fueron satisfactorios para responder al complejo conjunto de interrogantes planteadas y se comenzó entonces a evolucionar hacia un modelo de análisis multidimensional, concretado con la aplicación del enfoque de sistemas a la investigación agropecuaria y al desarrollo rural.

En la agricultura campesina, la investigación en fincas está contribuyendo significativamente a disminuir el aislamiento en el cual han estado muchos centros de investigación agropecuaria, al proporcionar una alternativa válida para la solución de limitantes tecnológicas reales que consideran las circunstancias de los productores; sin embargo, es necesario llevar a cabo una articulación más ajustada, por un lado, entre las actividades desarrolladas dentro de este enfoque y las actividades de generación de conocimientos tecnológicos básicos y, por otro lado, entre investigación en fincas y el conjunto de las otras actividades de transferencia de tecnología. Asimismo, el estudio de los sistemas tradicionales existentes en la región es necesario para coleccionar información útil para el desarrollo de técnicas de conservación de suelos, métodos de uso de combustibles no fósiles y sistemas de cultivos integrados. Los sistemas campesinos han sobrevivido por siglos y representan una experiencia invaluable sobre la cual desarrollar nuevas estrategias tecnológicas, utilizando los conocimientos científicos disponibles, que no pueden ser desaprovechados.

La cooperación horizontal y la transferencia internacional de tecnología

La cooperación horizontal en el campo tecnológico constituye 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 o una mayor coordinación y el desarrollo de actividades de investigación

conjunta. América Latina y el Caribe dispone de una amplia experiencia en este tipo de enfoque, dentro de la cual cabe citar algunos casos de particular éxito, como el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur (PROCISUR) y el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO).

PROCISUR es un mecanismo estructurado de una manera flexible para la coordinación y el intercambio de información, en el cual cada país mantiene su responsabilidad administrativa e independencia de programas. Este mecanismo consiste en ocho subprogramas, cuatro de los cuales coordinan redes en varios cultivos: cereales de verano (maíz, sorgo, arroz); cereales de invierno (trigo, avena, cebada, triticale); oleaginosas (soya, maní, girasoles); y ganado vacuno (leche y carne). Los restantes cuatro subprogramas cubren las áreas de asistencia técnica; sistemas de información y documentación; transferencia de tecnología y entrenamiento; y comunicación. Está integrado por seis países de Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; se trata de un sistema de investigación e información sobre cultivos, que incluye capacitación e intercambio de personal. La dirección de los diferentes componentes de los programas se divide entre los países y cada uno de ellos contribuye de acuerdo con su capacidad relativa. 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 (1980-83) y ha sido renovado para un segundo período (1984-89).

Por su parte, PROCIANDINO, que se encuentra en su tercer año de implementación, abarca acciones cooperativas entre Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela en maíz, papa, leguminosas de granos comestibles y oleaginosas. Este programa también es apoyado por el BID, y el IICA actúa como agencia técnica administradora.

Las evaluaciones han demostrado que los beneficios que tanto PROCISUR como PROCIANDINO proporcionan a los países que lo integran son elevados en comparación con los costos que dichos programas suponen. Se trata de una forma eficaz de orientar las características particulares de la región hacia una mayor cooperación con respecto a numerosos productos de importancia crucial para los países.

En adición a los esquemas de tipo global, multirubro, como PROCISUR y PROCIANDINO, existe en la región un conjunto de experiencias importantes que operan en términos de rubros específicos. A este nivel cabe mencionar al 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 Cooperativo de Investigación en Papa en la 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.

En esos casos, a diferencia de lo que ocurre en PROCISUR y PROCIANDINO, la coordinación y el intercambio de información no se dan por vía institucional, sino por medio de investigaciones específicas, aunque en determinados casos como el de PRECODEPA, la coordinación abarca la totalidad del programa de investigación sobre el cultivo en los países participantes: Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, dentro de un esquema financiado por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo y los propios países, en donde también participa el Centro Internacional de la Papa (CIP), que provee apoyo técnico para las actividades.

Los programas mencionados constituyen un instrumento valioso para solucionar o al menos aminorar una serie de problemas y deficiencias en los sistemas nacionales, y facilitan una mejor utilización de los recursos disponibles. Asimismo, estos programas cooperativos y redes pueden hacer contribuciones considerables al mejoramiento de las relaciones con los centros internacionales de investigación agropecuaria, y lograr para los países de la región una mayor influencia en cuanto a la fijación de las prioridades de trabajo. Por ejemplo, PRECODEPA ha logrado atraer con éxito la atención del CIP hacia su área de influencia, mientras que hubiera resultado difícil justificar la relación de ese centro con cada país, individualmente, sobre la base de la producción de papa en cada uno. La capacidad del modelo operativo de PROCISUR y PROCIANDINO como mecanismo de extensión para los centros internacionales, se refleja en la creciente atención que reciben del CIAT y del Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo (CIMMYT), y en el hecho de que estos centros están formalmente involucrados en los esfuerzos por desarrollar programas similares para Centroamérica, Panamá y la República Dominicana.

Estos mecanismos de cooperación horizontal y transferencia de tecnología permiten que los sectores relativamente más fuertes a nivel nacional tengan una cierta proyección internacional y se puedan ir considerando paulatinamente como centros de excelencia a nivel regional, logrando así un mejor aprovechamiento de los escasos recursos disponibles para las actividades de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario.

La cooperación horizontal y la transferencia de tecnología constituyen asimismo una importante alternativa para la solución de los problemas que enfrentan los países de menor tamaño relativo.

Los problemas especiales que afrontan los países pequeños se aplican igualmente a las investigaciones del sector privado y al abastecimiento de insumos modernos. Es poco probable que las empresas privadas sufragan los costos de adaptación y de infraestructura de mercado si los países son demasiado pequeños. Finalmente, se presenta el problema de la capacitación, una área de importancia crítica dadas las limitaciones de recursos humanos altamente calificados y si se considera la alta rotación que existe a nivel de investigadores en campos específicos.

Por otra parte, los programas cooperativos y las redes de cooperación técnica y transferencia internacional de tecnología representan un recurso importante para resolver, o al menos mitigar, las dificultades y limitantes que enfrentan los países más pequeños para desarrollar y mantener un adecuado nivel de masa crítica de recursos humanos y financieros, dedicados a la investigación agropecuaria. La experiencia de PRECODEPA es significativa en este sentido. De los países participantes, México es el único que está en condiciones de apoyar un programa completo de investigación en papa. El programa común de PRECODEPA y su método selectivo de dirección, según el cual cada país asume la responsabilidad de un aspecto particular de la investigación, han permitido disminuir el obstáculo que presenta el reducido tamaño de cada país y, de esta forma, progresar en aspectos importantes, tales como la producción de semillas y la sanidad del cultivo (PRECODEPA 1984).

No cabe duda que a través de los esfuerzos de cooperación horizontal se han logrado avances sobresalientes tanto en los países de mayor desarrollo como en los más pequeños; aún se pueden lograr impactos mucho mayores e incluso llegar a permitir el desarrollo de industrias de insumos agrícolas en casos en los cuales el tamaño del mercado no lo permitiría. Además, el establecimiento entre los países de empresas conjuntas de biotecnología podría constituir una solución a las actuales deficiencias en este campo, proporcionar una forma de

explotar las ventajas comparativas e impulsar así el desarrollo de las aptitudes básicas necesarias. Debe enfatizarse la búsqueda de nuevas formas institucionales, tales como corporaciones o fundaciones, para llevar adelante estas actividades cooperativas.

Para que estas iniciativas tengan éxito es necesario que reciban un apoyo sustancial y constante. En el pasado los organismos internacionales de financiamiento y de cooperación técnica han desempeñado un papel esencial al respecto. Sin embargo, su apoyo se ha basado en un enfoque por proyectos, lo cual ha llevado a que los esfuerzos de cooperación regional experimenten, en más de un caso, los mismos problemas de inestabilidad que las instituciones nacionales. Los organismos internacionales de financiamiento y de cooperación técnica deberían proseguir su colaboración y, al mismo tiempo, examinar sus políticas con el objeto de proporcionar un apoyo más estable y a más largo plazo a la cooperación regional.

Los centros subregionales de investigación y desarrollo

Las economías de escala en la investigación son elevadas y, en general, los programas de investigación requieren que se asegure un nivel mínimo y sostenido de recursos a lo largo del tiempo para lograr resultados de impacto. Esto constituye un serio problema para los países pequeños que carecen de los recursos económicos necesarios para mantener una infraestructura mínima de investigación. La importancia de esta limitante puede observarse claramente en muchos de los países de Centroamérica y el Caribe, en donde, en algunos casos, el valor de la producción de determinados cultivos –incluso en términos potenciales– no es lo suficientemente grande para hacer frente a los niveles mínimos de inversión que se necesitan para mantener un programa de investigaciones. Estudios recientes indican que en muchos casos, aunque los niveles de inversión alcanzaran al 1% (casi cuatro veces los niveles de inversión actuales de algunos de los países de la región), los recursos no serían suficientes para apoyar sobre base sostenida módulos mínimos de investigación sobre productos esenciales como el maíz, el arroz, la yuca, el algodón o los frijoles (Gamble y Trigo 1985).

En este contexto, los centros de investigación y desarrollo de carácter subregional –tales como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en el caso de los países de Centroamérica, Panamá y República Dominicana, y el Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI), en el caso de los países del CARICOM–, son un elemento estratégico requerido para impulsar la reactivación de la agricultura en los países de sus respectivas áreas de influencia.

El CATIE, creado en 1973 con base en el antiguo Centro Tropical de Enseñanza e Investigación (CTEI) del IICA, tiene como mandato la investigación y la enseñanza en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales y afines en las regiones del trópico americano, particularmente del Istmo Centroamericano y del Caribe. En la actualidad sus países miembros son: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana; y su estructura programática incluye: a) el mejoramiento de cultivos tropicales –café, cacao, plátano y cultivos promisorios; b) el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción y el desarrollo agropecuario sostenido –incluyendo trabajos complementarios de las investigaciones de los centros internacionales en cultivos tales como arroz, maíz, frijol y sorgo, ganadería tropical de carne y leche, y agroforestería; c) investigaciones sobre manejo integrado de recursos naturales; y d) el programa de estudios de posgrado a nivel de maestría –producción animal, producción vegetal y recursos naturales renovables.

En 1987-88 el CATIE contaba con 115 profesores investigadores que desarrollaban tareas en 623 unidades de investigación o fomento, con un presupuesto total de cerca de US\$ 15 millones, de los cuales aproximadamente US\$ 2.5 millones son contribuciones de los países miembros, del IICA e ingresos propios. En ese mismo período cursaban estudios de posgrado 56 estudiantes, y el número total de graduados desde 1973 alcanzaba a 319.

Por su parte, CARDI orienta sus actividades hacia la prestación de servicios de investigación y desarrollo a los países de la Comunidad del Caribe (CARICOM): Antigua y Barbuda, Barbados, Belice, Dominica, Grenada, Guyana, Jamaica, Monserrat, San Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, y Trinidad y Tobago. Fue creado en 1975, y de hecho tiene la responsabilidad principal de atender las necesidades de investigación y desarrollo de los países de menor desarrollo relativo; en el caso de los países de mayor tamaño y desarrollo relativo (Barbados, Guyana, Jamaica y Trinidad y Tobago) sus actividades son de carácter complementario a las desarrolladas por las unidades de investigación de los Ministerios de Agricultura.

La estrategia operativa de CARDI trata de identificar las necesidades tecnológicas de los países de su área de influencia, analizar la aplicabilidad de los resultados de investigación de otras instituciones (tales como los centros internacionales y las universidades), desarrollar ciertas investigaciones de carácter aplicado y adaptativo en crianzas y cultivos seleccionados, y finalmente transferir las tecnologías resultantes a los agentes de extensión y los agricultores de sus países miembros. Sus actividades están organizadas en tres programas: 1) producción animal, que incluye el mejoramiento de pastos y forrajes, el desarrollo de sistemas de producción de ovinos y caprinos para carne, y el mejoramiento de los sistemas de producción de bovinos de carne y leche; 2) producción vegetal, que se concentra en leguminosas de grano comestible –caupí, maní y soja–, raíces y tubérculos –camote, papa dulce, taro–, vegetales –tomates, pimiento dulce, berenjena, okra, repollos–, frutales –mangos y avocados–, así como flores y plantas ornamentales; y 3) desarrollo productivo integrado, que se orienta a la implementación y prueba de paquetes tecnológicos integrados, y de nuevos y más efectivos mecanismos de transferencia de tecnología al productor.

En 1988, CARDI contaba con 59 profesionales investigadores, de los cuales 37 eran personal permanente y 22 trabajaban en proyectos especiales; su presupuesto total alcanza US\$ 3.5 millones de los cuales US\$ 2.4 millones son contribuciones de los países miembros.

Planteados de esta manera, CATIE y CARDI constituyen de hecho el núcleo central de lo que podrían denominarse sistemas subregionales de investigación y desarrollo, en los que ellos son responsables por las actividades a más largo plazo de tipo estratégico, mientras que las instituciones nacionales se orientan prioritariamente a las actividades de tipo adaptativo y a la transferencia de tecnología al productor. Asimismo, sirven de complemento para los esfuerzos de otros centros y programas internacionales en el desarrollo de tecnologías específicas a las problemáticas de sus áreas de influencia.

Los centros internacionales de investigación agrícola

Si bien el proceso de desarrollo tecnológico tiene una localización específica en sus etapas finales, habitualmente es independiente de consideraciones de tipo geográfico o ecológico en sus investigaciones de carácter estratégico y aplicado. Estas características han facilitado el establecimiento de mecanismos de intercambio de conocimientos a nivel mundial y la aparición de programas internacionales de investigación y desarrollo.

En este sentido y en lo que se refiere a América Latina y el Caribe, en los últimos 20 años debe mencionarse el desarrollo y la creciente importancia de las actividades del sistema de centros internacionales del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GCIAI/CGIAR).

A comienzos de los años 60 resultó cada vez más evidente que muchas de las tecnologías existentes no eran directamente transferibles de los países desarrollados a los países en desarrollo, como se había creído inicialmente. Al mismo tiempo, existía interés en encontrar alternativas al sistema de contratos de asistencia técnica, como mecanismo principal de apoyo a los esfuerzos nacionales por lograr el desarrollo agrícola. Este enfoque se consideraba eficaz para lograr el fortalecimiento institucional, pero no para el desarrollo de tecnologías más productivas.

Los Centros Internacionales de Investigación Agropecuaria –tres de los cuales están situados en América Latina (CIMMYT en México, CIAT en Colombia y CIP en Perú)– surgieron como mecanismos promisorios para resolver dichos problemas y garantizar el desarrollo de las tecnologías necesarias; sirven como complemento de los institutos nacionales de investigación agrícola, tal como éstos se concibieron en un principio. Por su estructura y naturaleza institucional, estos Centros tienen la capacidad de concentrar una masa crítica de recursos para hacer frente a problemas específicos y, por su carácter internacional, pueden responder rápidamente en ciertas etapas cruciales del proceso de mejoramiento de cultivos, tales como la recolección y prueba de germoplasma. De esta manera se estructura un complemento 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 y el Caribe han establecido estrechas relaciones con los Centros. Un estudio reciente sobre el impacto de los Centros 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 casi 4000 personas de América Latina y el Caribe recibieron capacitación en los Centros, y los sistemas nacionales han entregado más de 500 variedades de frijol, 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 de otros cultivos en diversos países.

Sin embargo, no hay que olvidar que esta dependencia funcional entre las organizaciones de investigación nacionales e internacionales, en algunos casos ha tendido a convertir a los Centros Internacionales en “grupos de interés” que orientan las actividades nacionales hacia aspectos compatibles con sus propios mandatos, pero que no necesariamente resultan de gran prioridad para los países (Piñero y Trigo 1985). El estudio del impacto del GCIAI indica que en los 25 países incluidos en el estudio, los gastos en investigación en los cultivos manejados por los Centros crecieron más rápidamente que los gastos referidos a otros cultivos. Asimismo, en muchos casos los Centros han actuado como grupos de interés para el desarrollo de programas nacionales en esos cultivos. Aun cuando la cooperación de los Centros constituye un aporte de vital importancia, es claro que los programas nacionales deberían determinar sus prioridades con independencia de los Centros, ya que si bien éstos tienen un énfasis en los cultivos alimenticios básicos, su cobertura es limitada y en cierta manera sesgada en favor de las áreas ecológicas más favorecidas. El propio GCIAI ha

reconocido la necesidad de más investigación referida a algunas áreas como el algodón, las hortalizas tropicales, acuacultura, agroforestería, cacao y otros cultivos no alimenticios, y que algunos de estos cultivos –como hortalizas y algodón– no han sido incluidos en el sistema debido a presiones políticas de países donantes que son productores de estos mismos productos (Baum 1986).

Los Centros fueron creados con el encargo de mejorar algunos de los cultivos alimentarios más importantes del mundo. La idea fundamental era que, al reunir a un grupo de investigadores altamente calificados, con fondos suficientes, los Centros podrían tener un efecto importante en el rendimiento y la productividad general de estos cultivos. El papel de los Centros es el de servir de enlace en una cadena que va de la investigación básica en los países industrializados a la investigación aplicada en los Centros y, finalmente, a la investigación adaptativa en los programas nacionales. Este fue considerado un objetivo a mediano plazo y se previó que durara hasta que los programas nacionales alcanzaran un nivel adecuado de desarrollo para asumir la responsabilidad. Algunos de estos sistemas en América Latina y el Caribe están llegando actualmente a un grado de pleno desarrollo y, por consiguiente, están en condiciones de asumir algunas de las funciones que actualmente desempeñan los Centros y de transformarse en centros de excelencia, concentrándose en investigación de punta (biotecnología) y estratégica, con trabajos de colaboración o apoyo a los programas nacionales.

La importancia de una evolución en este sentido es aún mayor si se la considera en el actual contexto de la privatización del conocimiento y de la creciente sofisticación requerida por algunas investigaciones estratégicas. Los países en desarrollo corren el riesgo de tener un acceso restringido, en el mejor de los casos, a las tecnologías de avanzada; en este marco los Centros Internacionales del GICAI pueden cumplir un papel importante en facilitar ese acceso.

La capacidad de los Centros para mantener su relación con los programas nacionales también se verá afectada en el futuro por el incremento de nuevas biotecnologías. Los vínculos con las fuentes de conocimientos científicos básicos continuarán presentando problemas en este nuevo contexto. La creciente privatización de la innovación biológica también afectará el sistema de funcionamiento de los Centros; la mayor parte de los recursos del sistema internacional de investigación agrícola proviene de los gobiernos de los países desarrollados y de fundaciones filantrópicas. Por su parte, los científicos de los Centros han estado hasta ahora en la vanguardia respecto del establecimiento de la libre circulación internacional de información científica entre investigadores de los diversos países (norte y sur, socialistas y capitalistas, etc.); los resultados de los esfuerzos siempre han sido entregados como bienes del dominio público, fácilmente disponibles, a un precio simbólico para cualquier persona interesada. Prácticamente, toda la información técnica necesaria también estaba disponible como bien del dominio público en los institutos de investigación de los países desarrollados, en los cuales se habían establecido desde hacía tiempo los conceptos técnicos básicos.

La revolución biotecnológica modifica progresivamente varios de los parámetros básicos de la estructura institucional de la investigación agropecuaria internacional. De manera creciente el mejoramiento de cultivos, que siempre se llevó a cabo en instituciones públicas, está siendo desarrollado por firmas privadas. En algunos cultivos como tomates, arvejas, lechugas, tabaco y cebollas, el sector público virtualmente se ha retirado del desarrollo de variedades. En otros como la soja, maíz híbrido y sorgo, se observan las mismas tendencias. Esto significa que aun cuando el germoplasma básico se mantiene como propiedad pública, las nuevas líneas y variedades mejoradas son propiedad de firmas privadas.

Las empresas multinacionales de productos químicos y semillas, preocupadas por que su tecnología esté debidamente protegida por patentes y otras restricciones sobre la propiedad intelectual, se muestran reacias a compartir sus descubrimientos, particularmente si se trata de información que en determinado momento puede tener valor comercial. Las empresas privadas están haciendo todo lo posible para que se extiendan las disposiciones de la ley sobre la protección de las variedades de plantas (Plant Variety Protection Act), ya adoptadas por más de 20 países, así como la obtención de patentes y la protección de secretos comerciales en este campo. Finalmente, las compañías privadas están realizando contratos con las universidades de los países industrializados para la realización de investigación básica y estratégica, lo cual tiende a sesgar este tipo de investigaciones en una dirección que puede ser contraria a los intereses y necesidades de los países en desarrollo, así como “privatizar” los resultados de estos esfuerzos investigativos.

Todos estos cambios obligan a los Centros Internacionales a considerar nuevas estrategias para hacer frente a la privatización de los procesos de investigación y asegurarse fuentes de resultados de investigación básica que les permitan en el futuro desarrollar sus propias investigaciones intermedias. Un problema adicional es el relacionado con la disponibilidad de recursos; si bien la investigación en biotecnología no tiene un costo elevado en un sentido absoluto, resulta sin duda más costosa que los servicios tradicionales en la genética vegetal. Por otra parte, el interés de expandir la infraestructura para la investigación sobre biotecnología y contratar personal debidamente capacitado, se plantea en un momento en que la situación de financiamiento de los Centros es cada vez más restringida (Buttel 1986).

Es difícil determinar exactamente en qué forma estos factores afectarán las actividades de los Centros. Es evidente, sin embargo, que si éstos han de seguir proporcionando su valiosa asistencia a los programas nacionales, tendrán que reexaminar algunas de sus políticas básicas, particularmente las referidas a sus relaciones con el sector privado y a su participación en actividades de investigación básica. En este último campo es necesario analizar cómo las mayores restricciones a la libre circulación de información científica afectarán a los organismos nacionales; es preciso, asimismo, evaluar si los centros podrían llenar los vacíos mediante la ampliación de sus actividades en los campos de información que quedan progresivamente fuera del ámbito público en los países desarrollados.

Para que los Centros puedan desplazarse hacia la investigación básica y estratégica y asumir el papel de “transferidos” de las nuevas técnicas biotecnológicas, es necesario liberarlos de las demandas cada vez más crecientes que tienen de asistir a los países más pequeños en la realización de investigación adaptativa. Desde el comienzo de la década de 1970, la mayoría de los Centros han iniciado programas de investigación en fincas en un esfuerzo por entender mejor las condiciones y limitantes que enfrentan los productores para adoptar las nuevas variedades. Estos programas se han desarrollado de manera importante en varios países de la región, que deberían ahora asumir un papel muy activo en apoyar a otros en este tipo de esfuerzos y así liberar capacidad en los Centros para la perspectiva de más largo plazo en donde tienen obvias ventajas comparativas.

La situación de los recursos humanos para la investigación y la transferencia de tecnología

El capital humano para la investigación y la transferencia de tecnología ha tenido una evolución paralela a la de las instituciones y los recursos presupuestarios, con una marcada expansión a lo largo del período comprendido entre 1960 y 1980. De acuerdo con informaciones existentes, entre 1960 y 1975 cerca de 7000 profesionales de la región hicieron sus estudios de posgrado en ciencias agrarias; la mayor parte de ellos estaban vinculados a instituciones nacionales de investigación. Esta situación puede aparecer como extremadamente auspiciosa; sin embargo, estos agregados esconden un conjunto de factores que, considerados individualmente, pueden tomarse como limitantes a la productividad futura de los sistemas nacionales de generación y transferencia de tecnología de la región.

En primer lugar, a pesar del sustancial incremento experimentado, los niveles de recursos humanos disponibles en la región se ubican muy por debajo de los niveles disponibles en los países desarrollados e industrializados. Por otra parte, su capacidad científica no es comparable; sólo una proporción relativamente pequeña del total cuenta con entrenamiento de posgrado (entre el 30% y 40%) y esta proporción no es uniforme para todos los países. En algunos es menos del 10% y en Brasil 75% o más.

Paralelamente, durante los últimos 15 años las tasas de rotación y pérdida neta de personal altamente calificado se han incrementado en la mayoría de los casos; pasan a constituir un problema incluso en países como Brasil o México, que hasta ahora no habían experimentado este fenómeno. Estos problemas son en parte resultado de la crisis presupuestaria que enfrentan las instituciones y de la falta de sistemas de retribución económica y condiciones de servicio que reflejen adecuadamente las características y necesidades de este tipo de actividades, pero también resultan de la aparición de nuevas oportunidades de trabajo en condiciones superiores a las que ofrecen las instituciones públicas en organismos y centros internacionales y, en los últimos años, en empresas privadas y mixtas, tanto nacionales como multinacionales.

De acuerdo con cálculos del IICA (realizados por el Programa de Generación y Transferencia de Tecnología), las pérdidas por la migración anual en sistemas de investigación consolidados en países de la región fluctúan entre 10 y 50 investigadores anuales. Ello significa, al contabilizar los años de experiencia en la institución, que existen sistemas de investigación que han perdido anualmente entre 70 y 350 años de experiencia en investigación por el retiro de funcionarios especializados. Esta pérdida no ha sido aún evaluada a cabalidad, pero podría decirse que ha tenido importantes consecuencias, tanto por atrasos en resultados de investigación y por consiguiente por una merma considerable en la participación de los gobiernos en investigación, como en costos adicionales para el reemplazo, asociados a recursos para formación y entrenamiento.

Un estudio de la situación del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) muestra que los salarios reales cayeron continuamente de 1962 en adelante y que dicha reducción motivó a un importante y creciente número de científicos a buscar empleos alternativos. Los bajos salarios y la falta de apoyo presupuestario para la investigación fueron las principales causas de esta tendencia. Sin embargo, el 58% indicó que estarían dispuestos a volver a la institución si la situación salarial mejoraba, y de éstos un 80% indicó su deseo de concentrar sus esfuerzos en tareas de investigación y no tener que ocuparse de asuntos administrativos (Trigo, Piñeiro y Ardila 1982) (Cuadro 29).

Cuadro 29. Evolución de los programas nacionales de capacitación de posgrado

Año	Estudiantes nuevos		
	INTA ^a (Argentina)	ICA ^b (Colombia)	UNA ^c (Perú)
1960 ^d	7	5	33
1961	17	9	7
1962	9	17	11
1963	18	14	17
1964	23	10	19
1965	15	11	15
1966	22	22	13
1967	34	24	27
1968	28	35	24
1969	23	40	16
1970	21	51	20
1971	39	37	10
1972	24	110	10
1973	24	96	11
1974	4	57	13
1975	1	53	7
1976	2	28	6
1977	1	7	1
1978	5	4	—
1979	13	—	—
1980	7	—	—
1981	1	—	—
1982	14	—	—
1983	1	—	—
1984	2	—	—
TOTAL	355	630	260

a INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

b ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.

c UNA: Universidad Nacional Agraria La Molina.

d La cifra incluye a los estudiantes de ese año y de años anteriores.

Fuente: Trigo, Piñeiro y Ardila 1982.

Si bien la falta de empleos alternativos y el estancamiento económico de los años ochenta pueden implicar una tasa de rotación más baja, la continua caída en los salarios reales y en los presupuestos para investigación de las instituciones públicas de investigación ha determinado un sistema mucho menos eficiente y ha motivado que los mejores investigadores continúen buscando empleos alternativos y los mejores estudiantes no se interesen en desarrollar carreras en el área de investigación. En síntesis, muchos de los países están usando las inversiones en capital humano realizadas en los años sesenta y setenta sin efectuar los esfuerzos de reposición correspondientes.

Una posible excepción a esta tendencia general es el caso de Brasil. Desde la formación de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) en 1974, se ha llevado a cabo un esfuerzo masivo de formación de personal científico. En 1974 sólo el 17% del personal contaba con títulos de MSc o Ph.D., mientras que en 1985 el 83% de los investigadores se encontraba a ese nivel; durante el mismo período también se duplicó el personal total. Este programa demandó entre 1974 y 1983 una inversión total de entre dos y tres millones de US\$ de 1982, una cantidad equivalente a aproximadamente el 15% del presupuesto de la institución durante esos 10 años (Freitas 1986). EMBRAPA ha estimado la tasa de retorno social de esta inversión en un 22%; más aún, este esfuerzo de actualización del personal científico ha colocado al país en una posición privilegiada en cuanto a explotar las oportunidades que ofrecen los nuevos avances científicos y tecnológicos.

El activo papel que Brasil ha tomado en la aplicación de las nuevas técnicas biotecnológicas a la investigación agrícola resalta claramente la importancia de este tipo de inversiones. El advenimiento de la biotecnología, por su parte, amplía aún más las necesidades de capacitación. Por una parte, plantea requerimientos en nuevas áreas de trabajo; por otra, acelera la obsolescencia técnica y consecuentemente las necesidades de actualizar constantemente la formación del personal existente en la actualidad.

Esta situación se ve también afectada por la reducción de los recursos de cooperación internacional que se ha dado en la región durante la última década, los marcados aumentos en los costos de capacitación en el exterior –casi duplicados durante la última década– y la falta de oportunidades de capacitación de posgrado dentro de la propia región. Durante las décadas de 1960 y 1970 se iniciaron en numerosos países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú, entre otros) importantes esfuerzos en el área de capacitación de posgrado en ciencias agropecuarias. Estos programas no llegaron a consolidarse, salvo en Brasil, y si bien algunos se mantienen en la actualidad, en ningún caso se estructuraron programas de Ph.D. de nivel internacional. La mayoría de estos programas se financiaron con donaciones externas y su declinación está correlacionada con la progresiva desaparición de este tipo de financiamiento. El fracaso en aprovechar el apoyo recibido para consolidar los programas de posgrado y proveerlos del nivel de apoyo requerido, ha significado que actualmente el impacto de los escasos recursos disponibles, en su mayoría provenientes de préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial, se vea significativamente reducido.

4

AREAS DE ACCION PARA LA DINAMIZACION TECNOLOGICA EN LA AGRICULTURA

La situación que se ha descrito en cuanto a las posibilidades de desarrollo tecnológico en la región puede sintetizarse en un contraste de oportunidades y limitantes que tienen que ser resueltas si se quiere aprovechar plenamente el potencial que ofrece la ciencia y la tecnología para la reactivación de la agricultura.

La región cuenta en el campo tecnológico con una amplia experiencia, la cual se asienta en un conjunto de instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología que han sido responsables de éxitos de gran significación en cuanto al logro de incrementos sustantivos en la producción y productividad de numerosos cultivos, y que sin duda constituyen una importante base para enfrentar las demandas tecnológicas del nuevo contexto agropecuario. Asimismo, operan en la región diversos Centros Internacionales y hay numerosas experiencias de cooperación horizontal y transferencia internacional de tecnología que, por una parte, potencian las capacidades nacionales y, por otra, sirven para encarar de manera efectiva y eficiente esfuerzos en áreas en las cuales el trabajo individual se ve dificultado. Por su parte, los adelantos en el campo de la biotecnología han generado nuevos espacios de potencial tecnológico que hacen factibles los planteos de diversificación y los nuevos techos de productividad que hoy se requieren del sector. Finalmente, el creciente interés del sector privado en las actividades de investigación y desarrollo sirve como complemento natural para los esfuerzos del sector público y para asegurar la disponibilidad de insumos tecnológicos en un esquema productivo cada vez más dominado por la utilización de tecnologías biológicas, químicas y mecánicas. Los mejores términos de intercambio en el sector agropecuario que experimentan muchos países de la región proveen la oportunidad de combinar estos elementos institucionales de manera distinta, para generar las tecnologías adecuadas y viables que necesitan los productores para el mejor aprovechamiento de la amplia diversidad y riqueza de los recursos naturales de América Latina y el Caribe.

Estos factores de oportunidad, sin embargo, se ven sensiblemente limitados por un conjunto de otros elementos. Como consecuencia de la crisis de la deuda y el estancamiento de las economías de la región, disminuye el nivel de apoyo presupuestario a las instituciones nacionales y el impacto que esto tiene sobre su capacidad operativa. Por otra parte, y desde el punto de vista de la capacidad futura de dichos sistemas nacionales, están los problemas de pérdida de personal científico altamente calificado, las dificultades existentes para capacitar dentro de la región a las nuevas generaciones de especialistas que se requerirán y la debilidad de los programas nacionales de biotecnología, incluida la relativa debilidad de las ciencias biológicas en la mayoría de las universidades de América Latina. Esos problemas y dificultades llevan a plantear dudas sobre las posibilidades efectivas que tiene la región de aprovechar los beneficios potenciales de la revolución científica en marcha. Otro elemento de preocupación es el relativo fracaso que estas instituciones nacionales han tenido en generar y transferir las tecnologías apropiadas para los pequeños productores, y para hacer frente a los problemas de sostenibilidad y desarrollo de tecnologías para las áreas marginales.

Asimismo, un número importante de países en la región, debido a su reducido tamaño relativo, enfrentan serias dificultades para financiar por sí solos las inversiones requeridas para el funcionamiento de sus sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología.

Finalmente, aunque las crisis y los programas de ajuste han llevado a identificar nuevas oportunidades de exportación, también se produce un importante incremento en los costos de producción debido a la alta proporción de insumos importados y la imposibilidad de efectuar sustituciones, ya sea por el tipo de tecnología prevaleciente o por falta de capacidad para producir localmente los insumos tecnológicos estratégicos.

En este contexto, la reactivación de la agricultura requiere en su dimensión tecnológica una revisión de las políticas y los planteos institucionales para la generación de tecnología, de manera que se pueda corregir o disminuir el impacto de las limitaciones mencionadas y aprovechar plenamente el impacto potencial de la innovación tecnológica sobre el desarrollo agropecuario y el crecimiento económico.

Los aspectos que siguen presentan un conjunto de acciones orientadas a asegurar esta posibilidad.

Necesidad de una política tecnológica agropecuaria de carácter global

Hasta el presente las políticas tecnológicas agropecuarias se han reducido prácticamente a las decisiones de asignación de recursos a la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria dentro de las instituciones del sector público. Estos planteos pueden haber sido correctos en una época en la cual estas instituciones concentraban el grueso de los esfuerzos tecnológicos que se realizaban en un país. Sin embargo, la situación institucional presente y el propio papel que desempeña la tecnología en el contexto económico sectorial obligan a un replanteo, tanto de las dimensiones como del propio proceso de definición e implementación de la política tecnológica agropecuaria.

El proceso de modernización trae aparejado un marcado incremento de la importancia de los encadenamientos entre el sector agropecuario y los otros sectores de la economía. Paralelamente, el porcentaje de valor agregado a nivel de finca pasa a ser un componente minoritario respecto del valor final de la producción agropecuaria, mientras los insumos comprados y el valor agregado por las etapas de procesamiento y comercialización pasan a representar un porcentaje cada vez más significativo. De hecho, agricultura e industria se vuelven más interdependientes, por lo cual se hace necesario examinar las políticas agrícolas dentro del marco de las políticas para la industria y otros sectores de la economía. En ese contexto, las políticas referidas a los insumos agrícolas, tales como la producción y la distribución de semillas, productos agroquímicos y maquinaria agrícola, tendrán un impacto cada vez más decisivo sobre la evolución tecnológica del sector. Asimismo, tanto las políticas macroeconómicas relacionadas con la inflación y las tasas de cambio, como las que afectan la disponibilidad de crédito y el acceso a los mercados, se han transformado en instrumentos para crear los incentivos necesarios para que los productores inviertan en nueva tecnología. Esta ampliación del espectro del impacto de las políticas agrícolas debe reflejarse en las

políticas de investigación, donde es cada vez más necesario tomar los cultivos como insumos de los procesos agroindustriales y/o como un producto destinado a mercados específicos que demandan características particulares –las cuales, a su vez, afectan significativamente las prioridades de investigación.

Por su parte, la aparición de las nuevas biotecnologías también afecta el alcance de las políticas de tecnología agrícola. A medida que las ciencias básicas se acercan al desarrollo tecnológico, las innovaciones en tecnología agrícola deben ser consideradas en el contexto más amplio de las políticas globales nacionales sobre ciencia y tecnología. De ese modo, las políticas sectoriales deberán considerar las actividades de investigación agropecuaria dentro del conjunto de instituciones científicas y de enseñanza que se ocupan de desarrollar los recursos humanos y la base de conocimientos necesaria para ingresar y competir en las nuevas áreas. Esto significa que se deberá hacer un nuevo énfasis en la cooperación entre las instituciones nacionales de investigación y las universidades, para construir la capacidad autóctona de investigación básica requerida para hacer frente a los nuevos desafíos.

Tradicionalmente, la política referente al sector agrícola no ha consistido mucho más que en meras asignaciones de recursos para la investigación en las instituciones públicas nacionales de investigación, sin que haya prestado mayor consideración al contexto general. En las primeras etapas del desarrollo de los sistemas nacionales, las instituciones de investigación constituyen de hecho un monopolio en cuanto a la oferta de conocimientos tecnológicos para la producción agropecuaria, la dirección y la naturaleza del proceso de selección de prioridades y de asignación de recursos de esas entidades. Conforme pierde importancia el papel que juegan y se van convirtiendo en un conjunto de alternativas en la provisión de nuevas tecnologías, la dirección del cambio tecnológico se hará más y más dependiente del juego entre las fuerzas del mercado. En ese contexto, se puede esperar que las políticas sobre insumos agrícolas que regulan la producción y distribución de semillas, los productos agroquímicos y la maquinaria (políticas de precios, reglamentos sobre patentes y comisiones, códigos sobre las inversiones extranjeras, etc.) tengan un mayor impacto sobre la conducta tecnológica del sector.

La contribución potencial de la tecnología al desarrollo agrícola y al crecimiento económico sólo puede aprovecharse plenamente si se resuelven las limitantes indicadas y se da plena consideración a la interdependencia que existe entre los distintos sectores, así como al impacto de las políticas macroeconómicas sobre el comportamiento tecnológico de los actores económicos que operan en el sector agropecuario.

Se necesita más información acerca de las formas específicas en que se manifiestan estas interacciones. En algunos casos deben modificarse los procesos de diseño de las políticas, de manera que las decisiones que tienen que ver con la determinación de prioridades de investigación y asignación de recursos sean congruentes con la política económica y agrícola; asimismo, se deben tener en cuenta de manera expresa las opiniones e intereses de los distintos segmentos del sector agropecuario. Esto sería posible si se incorporara al proceso de toma de decisiones a los planificadores económicos globales y a diferentes grupos que constituyen la clientela de la investigación, incluidas las distintas organizaciones de productores, proveedores de insumos, consumidores, y otros.

Fortalecimiento y modernización institucional de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología

A pesar de los cambios sustantivos ocurridos durante las últimas décadas en la estructura y comportamiento de los sistemas tecnológicos de la región, las instituciones del sector público continúan siendo los componentes centrales de los mismos. Con independencia de la creciente importancia del sector privado y de los Centros Internacionales, las organizaciones públicas mantienen su papel protagónico en cuanto al desarrollo de los conocimientos básicos y la generación de nuevo potencial tecnológico y al avance de tecnologías para los pequeños productores y aquellos segmentos del mercado que por su reducido tamaño difícilmente atraigan el interés de la iniciativa privada. Asimismo, el sector público debe cumplir una función de apoyo a las empresas nacionales productoras de insumos de manera que éstas puedan mantener su posición competitiva en el mercado y servir de “testigos” para las actividades de las empresas multinacionales que operan en esta área. Para poder cumplir con estas funciones se requieren acciones inmediatas a ejecutar dentro de un conjunto de aspectos críticos.

- *Los niveles de inversión en investigación y transferencia de tecnología.* A pesar de que los gastos de investigación se duplicaron entre 1970 y 1980, la evolución negativa experimentada en los últimos años ha llevado a la disponibilidad de recursos de inversión a constituirse nuevamente en un elemento crítico para cualquier esfuerzo tecnológico futuro; la alta variabilidad que de año en año muestran los presupuestos asignados a la investigación y transferencia de tecnología magnifica el impacto negativo de esa tendencia. Si bien la comparación con indicadores de tipo general, tal como la propuesta del Banco Mundial del 2% del valor del producto agropecuario, esconde las características particulares de cada caso, es claro que la región está subinvertiendo en estas actividades de manera significativa. Esta situación debe ser corregida si se espera incrementar la productividad de los sistemas nacionales y asegurar su contribución a la reactivación de la agricultura. Un primer paso en esta dirección podría constituirlo el reforzamiento de los presupuestos de investigación y transferencia de tecnología hasta asegurar una cobertura adecuada de los gastos de inversión y operaciones por encima de los costos de personal, y poder ofrecer al personal de investigación mejores retribuciones.
- *La necesidad de revisar las prioridades de investigación.* La mayoría de las instituciones de investigación y transferencia de tecnología tienen un mandato de tipo genérico que les asigna las funciones generales, tal como la de “promover el desarrollo tecnológico del sector agropecuario”. Esto, unido a la falta de mecanismos efectivos de asignación de prioridades y recursos, ha llevado al desbalance y la atomización de sus esfuerzos. Desbalance como consecuencia del sub o sobredimensionamiento de algunos programas, regiones o clientelas: por ejemplo, cultivos de exportación vs. cultivos alimenticios, regiones tradicionales de producción vs. regiones marginales, agricultores comerciales vs. campesinos. Atomización como resultado de un gran número de acciones sin una masa crítica suficiente de recursos humanos y financieros que aseguren un producto final. Estos problemas se magnifican ante las restricciones presupuestarias mencionadas y obligan a plantear la necesidad de que las instituciones públicas revisen sus esquemas de prioridades y asignación de recursos con el objetivo de lograr una mayor concentración de esfuerzos en aquellas áreas consideradas estratégicas para la reactivación agropecuaria. Este ejercicio debe realizarse a la luz

del nuevo contexto científico e institucional, y ser parte de un proceso de redefinición del papel del sector público que tome en cuenta las necesidades y posibilidades de las distintas clientelas tecnológicas y la existencia de nuevos actores dentro del sistema, tales como los Centros Internacionales y las distintas alternativas privadas.

- *Ajustes institucionales.* Las instituciones públicas de investigación y transferencia de tecnología, a pesar de haber sido creadas en su mayoría para asegurar una mayor independencia administrativa, con el transcurso del tiempo han ido perdiendo su agilidad. Hoy son comunes las críticas a su rigidez burocrática y sus dificultades para mantener relaciones efectivas con los usuarios de la tecnología. Esto se ha traducido en problemas particularmente agudos en cuanto a las políticas de personal y a su incapacidad para captar nuevos recursos no públicos para las actividades de desarrollo tecnológico. En ese contexto, se hace imperativa la adopción de reformas institucionales orientadas a lograr una mayor autonomía administrativa y descentralización, que les permita una mayor eficiencia y efectividad en el manejo de sus recursos e incrementar la participación de los usuarios en los procesos de toma de decisiones de los organismos de investigación, así como facilitar su acceso a nuevas fuentes de fondos a nivel local y regional. Como parte de estos esfuerzos, se requieren también nuevos programas orientados a fortalecer los sistemas y capacidades de gestión de los organismos, de tal manera que aumenten su eficacia para atraer nuevas fuentes de financiamiento y operar en un ambiente institucional de creciente complejidad.

Generación y transferencia de tecnología al pequeño productor: la necesidad de cambios institucionales y operativos

La organización de los sistemas de investigación agropecuaria tradicionalmente ha incorporado funciones propias, separadas y diferentes de las asignadas a los sistemas de transferencia. Como no existe una articulación natural e inevitable entre ambos, el resultado obtenido fue un insatisfactorio flujo de soluciones técnicas entre los centros de investigación y las unidades de producción que encuentra, en parte, su origen en que el extensionista no ha tenido responsabilidad ni participación directa en la etapa de generación de tecnología y, al mismo tiempo, en que el investigador tampoco ha tenido responsabilidad y participación en la etapa de transferencia-adopción. *

La desarticulación entre las actividades de investigación y transferencia ha dificultado el desarrollo, consolidación e internalización de métodos apropiados de generación, validación y transferencia de tecnología que incentiven también la participación activa de los pequeños productores. Este problema de desarticulación entre los dos componentes, la falta de participación de los beneficiarios en los procesos de generación, validación y transferencia de tecnología, además de la baja capacidad de los sistemas de investigación tradicionales para interpretar la compleja y heterogénea problemática tecnológica de los pequeños productores, ha redundado negativamente en los beneficiarios potenciales de la tecnología.

Para resolver estas deficiencias se requiere concebir la generación y transferencia de tecnología como parte de un mismo proceso en el cual no existen límites definidos entre las etapas; la diferenciación entre ellas se da por el hecho de que, a cierto nivel, los recursos se

dedican principalmente a desarrollar nuevos conocimientos tecnológicos, mientras que a otros el énfasis se da en poner dichos conocimientos a disposición de las unidades productivas. En otras palabras, a nivel institucional la articulación debe resaltar más el hecho de que investigación y extensión estén dentro de un mismo esquema organizativo y línea de mando, para compartir un objetivo y un procedimiento común.

En ese contexto, se hace necesario ampliar la perspectiva de las actividades de investigación, de manera que incorpore como responsabilidad explícita la de contribuir a mejorar el nivel tecnológico de los productores y desarrollar mecanismos institucionales que reconozcan la existencia de tipos de productores diferentes que requieren una oferta diferenciada de tecnología, tanto desde el punto de vista de contenido y metodológico como de los mecanismos utilizados para su transferencia. Operativamente, esto significa que la organización y funcionamiento de unidades de generación y transferencia deben incluir la participación de los usuarios directos e indirectos (productores y técnicos involucrados) de la tecnología, tanto en la identificación de las principales limitantes tecnológicas en diferentes áreas geográficas, sistemas productivos predominantes y rubros más importantes, como en la de proyectos de investigación apropiados para generar soluciones tecnológicas concretas para esas limitantes y en la evaluación de los resultados obtenidos de su aplicación. Asimismo, tendrá que hacerse una reestructuración de la composición del personal para responder mejor a las necesidades de la investigación agronómica, el control biológico y otras áreas similares.

En estas tareas las organizaciones no gubernamentales (ONGs) pueden desempeñar un papel sobresaliente como complemento de las actividades de los organismos públicos de investigación y transferencia de tecnología. A pesar de las limitaciones en recursos técnicos y financieros, un grupo significativo de ONGs que trabajan en el campo del desarrollo tecnológico de la agricultura campesina, han impulsado experiencias exitosas de validación y transferencia de tecnología apropiada para este segmento de la población rural.

En el marco de las condiciones impuestas por la crisis financiera por la cual atraviesan los países de la región y en la cual predominan políticas macroeconómicas que imponen serias restricciones en el gasto público, las ONGs pueden desempeñar una función aún más importante en el proceso de validación y transferencia de tecnología.

Por otra parte, las ONGs han mostrado poseer una gran flexibilidad estructural para adecuarse e internalizar metodologías de validación y transferencia de tecnología apropiada a los pequeños productores, basadas en una concepción participativa y, por lo tanto, con posibilidad de generar resultados más coherentes con las limitantes socioeconómicas de los productores. De hecho, las ONGs han contribuido en más de un caso a llenar parcialmente un vacío existente en el área de validación y transferencia de tecnología apropiada al pequeño productor. Esto plantea un fértil espacio de complementación de ambas instancias, desarrollando actividades concertadas entre ellas en torno al objetivo común de potenciar la economía campesina. De esta manera, sería posible aprovechar la capacidad instalada de las ONGs para multiplicar la valiosa pero limitada experiencia desarrollada por los organismos públicos, con lo que a su vez se mejoraría la capacidad de respuesta de las primeras como resultado de la internalización de un cuadro conceptual, metodológico y operacional coherente con los beneficiarios.

La necesidad de modernizar los sistemas de extensión

Los cambios en los precios relativos de los insumos y la creciente preocupación por la conservación de los recursos naturales y el desarrollo productivo sostenido, apuntan hacia una nueva jerarquización de las tecnologías agronómicas y del manejo del conjunto de recursos de las unidades de producción, en reemplazo de las tecnologías intensivas en el uso de insumos que caracterizaron etapas anteriores –como la de la revolución verde. En este contexto, resulta claro que la existencia de sistemas de extensión adecuados a estas nuevas tendencias constituye un factor crítico para asegurar la transferencia de tecnología.

En los últimos 20 años, hemos asistido a un progresivo deterioro de los servicios nacionales de extensión creados durante los años de 1950 y 1960, y su reemplazo por mecanismos basados en la asistencia técnica, en su mayor parte relacionados con el sector privado y ligados a los canales de comercialización de los fabricantes de insumos. En la medida en que las tecnologías prevalecientes fueran las de tipo genético, químico o mecánico, incorporadas en insumos o bienes de capital, este proceso probablemente resulta inevitable y hasta eficiente como reflejo de la propia dinámica de los sistemas de investigación y transferencia de tecnología. Sin embargo, ante las tecnologías agronómicas y de manejo de recursos (manejo integrado de plagas, agricultura orgánica, manejo de cuencas, etc.), se hace indispensable la existencia de mecanismos de carácter social o grupal, sean éstos los sistemas públicos de extensión tradicionales u otras alternativas, como los grupos CREA del Cono Sur.

Por una parte, el componente educativo de estas tecnologías es un elemento central de las estrategias de transferencia; por otra parte, en muchas de estas tecnologías (manejo integrado de plagas, manejo de cuencas), la adopción no puede manejarse a nivel individual, sino que tiene que ser grupal o incluso tener una perspectiva regional para que sea efectiva. También debe advertirse que muchos temas vinculados a la preservación del medio ambiente presentan deficiencias en su articulación con los mecanismos de mercados influidos por diseconomías externas. Este sesgo se evidencia no sólo en el caso de las unidades de producción, sino también en el conjunto de los productores de una determinada zona; los problemas de degradación de los recursos hídricos resultante del uso indebido de agroquímicos o por deforestación e incrementos de sedimentación son ejemplos claros de este tipo de situación. Asimismo, muchos aspectos de la conservación de los recursos naturales se enfrentan a la realidad de que las generaciones futuras no están representadas en el mercado y, por lo tanto, sus necesidades no se reflejan en los sistemas de precios relativos. De esta forma surgen nuevas demandas para la actividad pública, ya sea en forma de reglamentación o de intervención directa. Dentro de este marco, se requiere una revisión de los mecanismos de extensión y transferencia vigentes y un diseño de propuestas de actualización que refleje tanto la naturaleza de los nuevos –o emergentes– sistemas de investigación y generación (mayor participación del sector privado), como las características y requerimientos de las nuevas tecnologías.

Desarrollo de mecanismos efectivos de vinculación sector público – sector privado

Como se ha planteado, la participación activa del sector privado en las actividades de generación y transferencia de tecnología resulta de gran interés por dos motivos. El primero es el papel fundamental que desempeña el desarrollo y difusión de ciertas innovaciones,

principalmente las de tipo biológico, mecánico y químico. El segundo motivo es que esa difusión de innovaciones representa una fuente adicional de recursos para el desarrollo tecnológico agropecuario, la cual sin duda reviste carácter estratégico en la actual coyuntura económico-financiera de nuestros países.

Sin embargo, la mayoría de los países no cuentan con una tradición de interacción entre el sector público y el sector privado en el área de investigación, por lo cual se necesita incorporar mecanismos para iniciar esa cooperación. Como resultado, los científicos del sector público se ven excluidos con frecuencia de la investigación y de la fabricación de insumos modernos que se llevan a cabo en el sector privado. A su vez, el sector privado a menudo tropieza con obstáculos para financiar proyectos de investigación específicos en instituciones públicas de investigación. Los cambios, en este sentido, se producen muy lentamente, en parte debido a la larga historia de sospechas mutuas en estos sectores, pero también porque las empresas privadas de América Latina y el Caribe tradicionalmente no se han mostrado anuentes a hacer desembolsos para la investigación. Hasta cierto punto ello se debe al dominio de las empresas transnacionales, las cuales, cuando emprenden actividades con un fuerte componente de investigación, efectúan sus investigaciones fuera de la región. Pero en gran parte se debe a que las empresas locales no disponen de experiencia para traducir los resultados de las investigaciones en actividades de producción, o bien son demasiado pequeñas para financiar por sí mismas la investigación requerida (Waissbluth *et al.* 1985). Además, la transferencia de tecnología que llega directamente desde el extranjero ha tendido a desalentar la innovación.

Se requieren innovaciones institucionales que, por una parte, faciliten la colaboración directa entre los investigadores del sector público y las empresas privadas interesadas en proyectos de desarrollo tecnológico; por otra, que contribuyan a resolver los problemas derivados de la falta de experiencia y/o tamaño económico de ciertos sectores privados para participar directamente en actividades de investigación.

En ese sentido, se puede llamar la atención sobre algunas experiencias ya en marcha que pueden constituir la base para nuevos esquemas que permitan una mayor y más efectiva interacción e intercambio de recursos financieros y personal entre los sectores públicos y privados, sin comprometer la integridad, autonomía y responsabilidad social del sector público. Una de ellas es el sistema de “emprendimientos conjuntos” recientemente iniciados por el INTA de Argentina. La idea principal de este tipo de acuerdos es mejorar la capacidad de las instituciones nacionales aunando las ventajas comparativas de los dos sectores. El sector público aporta, por un lado, las capacidades en el manejo del conocimiento científico y tecnológico que posee el personal técnico de los institutos nacionales de investigación agropecuaria (INIAs) y, por otro, las instalaciones de campos experimentales, laboratorios, bibliotecas, así como conexiones con el mundo científico que la investigación tecnológica requiere. Difícilmente una empresa nacional pueda por sí sola solventar los costos de mantener un cuerpo técnico de buen nivel además de las instalaciones necesarias para investigar.

Por su parte, el aporte de las empresas privadas a estos emprendimientos consiste, fundamentalmente, en la capacidad empresarial y sentido comercial necesarios para producir y distribuir las innovaciones tecnológicas. No obstante, habrá casos en los cuales las empresas podrán aportar también recursos técnicos que se sumen a los proporcionados por los INIAs.

Una segunda área de acción se refiere a las Fundaciones de Investigación y/o Desarrollo, las que ya se encuentran en funcionamiento en varios países (Ecuador, Honduras, Perú,

República Dominicana, entre otros). Estas iniciativas ofrecen básicamente un esquema para la intermediación de recursos entre el sector privado y las instituciones de investigación. Su desarrollo es demasiado reciente, pero deben ser analizadas cuidadosamente ya que constituyen una alternativa importante, no sólo para la diversificación del apoyo a la investigación sino también como mecanismo de supervisión y seguimiento para las inversiones del sector privado en estas actividades, un aspecto que frecuentemente ha sido mencionado como un motivo de reticencia del sector privado para financiar las actividades de las instituciones públicas.

Acciones referidas al desarrollo de la biotecnología

No hay duda de que la biotecnología transformará la agricultura en los próximos 30 años. Si bien el impacto de la biotecnología en la agricultura no ha sido tan rápido como se había previsto en un principio, resulta evidente que las nuevas tecnologías tendrán fuertes repercusiones en la estructura misma de las industrias agrícolas, dadas las grandes inversiones que se han hecho. El flujo del comercio internacional también se verá modificado a medida que el cultivo de tejidos y la microbiología industrial permitan desplazar a las materias primas agrícolas y los recursos naturales se conviertan en un factor menos importante para definir las ventajas comparativas internacionales. La interrogante que se plantea no es si los países de América Latina y el Caribe deberían comenzar a invertir y trabajar en estos sectores, sino más bien cómo y dónde hacerlo.

Si bien es cierto que los avances en el mundo desarrollado son considerables y ya se ha producido con respecto a ellos una brecha importante, no es menos cierto que aún existe cierto campo de maniobra. La industria de la biotecnología no es un terreno monolítico y aún quedan muchos sectores por explorar. Además, es indispensable desarrollar por lo menos una capacidad mínima para no perder el control total sobre el desplazamiento tecnológico del sector agrícola y para garantizar que ciertos mercados, demasiado específicos o demasiado pequeños para atraer el interés de las grandes empresas, reciban la debida atención.

Dado que la transferencia de tecnología agropecuaria entre el norte y el sur no ha sido fluida, tampoco hay razón para pensar que el caso de las innovaciones biotecnológicas será diferente. De hecho, hay más de una indicación de que los requerimientos tecnológicos son cada vez más específicos y, por lo tanto, su transferibilidad más limitada. En este marco, las siguientes aparecen como áreas de política y acciones que deberían ser consideradas en relación con el desarrollo de una capacidad regional en biotecnología.

El primer aspecto está relacionado con los *recursos humanos y científicos*. La biotecnología ha acercado la tecnología agrícola a las ciencias básicas, un sector en el cual los países de América Latina y el Caribe se muestran deficientes. Los institutos de investigación agropecuaria no se han ocupado de las ciencias básicas y, en general, las universidades realizan pocas investigaciones en ese campo. Resulta indispensable una fuerte reorientación de los actuales recursos y es necesario eliminar la tradicional separación entre las ciencias agrícolas y las ciencias generales, para poder fomentar las sinergias interdisciplinarias que caracterizan a la biotecnología. Por ejemplo, una mayor comunicación y un entrenamiento compartido entre laboratorios de entomología, neuroquímica y biología molecular serán esenciales en el desarrollo de un enfoque bioquímico para el control de pestes. Al mismo tiempo, los currícula de las universidades agrícolas deberán ser modificados para incluir un mayor énfasis en las ciencias básicas, tales como química, bioquímica, genética, fisiología y

biología celular y experimental. Esto también significa que las universidades deberán jugar un papel mucho más importante en el campo de la investigación y desarrollo del que desempeñan en estos momentos.

Una segunda área se relaciona con el *establecimiento de prioridades*. Es evidente que se dispone de recursos limitados; por lo tanto, los pocos esfuerzos que puedan realizarse deben orientarse hacia sectores prioritarios, teniendo en cuenta: a) el desarrollo de una capacidad mínima en los campos esenciales, que permita seleccionar de manera eficaz cualquier avance que surja a nivel internacional y que pueda ser de utilidad para el país; b) las necesidades en sectores que tienen poca probabilidad de recibir atención a nivel internacional debido al mercado reducido o a otras consideraciones; c) la utilización adecuada de las actuales ventajas comparativas a nivel nacional y la relación de asociación entre el sector agrícola y otros sectores de la economía. Esto puede requerir nuevos tipos de asociación entre gobierno, universidad, sector privado e industria para asegurar los recursos necesarios y el desarrollo de tecnologías aprovechables.

El tercer punto se refiere a la *necesidad de regular, controlar, definir y proteger los productos en este nuevo campo*. Este es un tema crucial, sumamente delicado, en el cual intervienen organismos vivos e importantes y arriesgados procesos de inversión. La necesidad de garantizar la protección de los nuevos productos deberá contrapesarse con la necesidad de no impedir la inversión.

El tema de la política respecto a las patentes es también importante por su relación con los efectos de la privatización de los nuevos conocimientos científicos. Hasta el momento no existe ningún acuerdo mundial para patentar nuevas formas de vida; sin embargo, no tardarán en aparecer los productos en el mercado, y muchos de ellos serán de gran beneficio para la región; ello confirma la necesidad de que se tome urgentemente una decisión al respecto. En este sentido, los aspectos referidos al germoplasma vegetal son críticos. América Latina y el Caribe tienen con relación al germoplasma de cultivos básicos una situación privilegiada. Este material ha sido utilizado ampliamente y ha contribuido al éxito de la genética vegetal, estableciendo la base de la actual ingeniería genética. El manejo de estos recursos se transforma en una variable de importancia estratégica a medida que progresa el proceso de privatización.

Una respuesta extrema a esa situación ha sido proponer restricciones a la exportación hacia fuera de la región de los cultivos primarios (Kloppenburg y Otero 1985). Esta posición es poco realista ya que por una parte niega el valor comercial del germoplasma que está en manos del sector privado y, en segundo término, porque supone que los países pueden controlar las exportaciones. Un enfoque más realista sería determinar un mecanismo para que las empresas privadas paguen por el material genético y permitir que continúe el proceso de patentes (Luiselli 1986).

Consecuentemente, es necesario mejorar el nivel de las oficinas de patentes. En la mayoría de los casos éstas no están capacitadas para manejar los nuevos temas y proporcionar una evaluación correcta de las solicitudes de patentes. Ello significa que se pueden aprobar patentes que no contienen descripciones adecuadas y que, por consiguiente, son inservibles como instrumentos de transferencia de tecnología (Goldstein 1985). Un problema similar existe con los inspectores sanitarios y de aduanas que no están preparados para manejar el creciente tráfico internacional de cultivos celulares y de tejidos.

Una cuarta área de acción se refiere a la *necesidad de que el personal de los servicios de extensión tenga un nivel mínimo de conocimiento en el campo de las técnicas biotecnológi-*

cas, de manera que puedan servir efectivamente de enlace entre los laboratorios y los usuarios potenciales. A pesar de que el sector privado en muchos países ha tomado a su cargo la función de extensión, aún existe un papel importante para la actividad del sector público en la generación y transferencia de tecnología para el sector de pequeños productores campesinos. Las limitaciones que se enfrentan en este campo, junto con los cambios significativos en cuanto a costos y productividad asociados con las nuevas biotecnologías, indican claramente la necesidad de acción en este sentido.

Un último aspecto se refiere a la *cooperación horizontal*. Es evidente que en vista de la dimensión de la tarea por cumplir los países en desarrollo tienen mucho que ganar en este sector si procuran unir sus esfuerzos. La investigación conjunta y el intercambio de información proporcionan el único medio de acceso a la masa crítica de información científica que no está fuera de alcance de los países, individualmente; por otra parte, los acuerdos entre los países podrían mejorar considerablemente la capacidad de negociación con respecto a la cooperación transnacional en el momento de negociar el acceso a tecnologías específicas. Las empresas conjuntas también podrían constituir un elemento clave con el propósito de desarrollar la infraestructura para la producción de insumos y para las actividades agroindustriales basadas en la biotecnología.

Desarrollo de una estrategia común para el aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos

Los recursos fitogenéticos constituyen, como se ha señalado anteriormente, un recurso estratégico para el desarrollo agrícola de la región. La mayor parte de los cultivos básicos de la región tienen una estrecha base genética que los hace vulnerables al ataque de plagas y enfermedades. Las necesidades de modificación de especies para adaptarlas a las necesidades del procesamiento agroindustrial y a condiciones climáticas y edáficas específicas, para aumentar su productividad y hacerlas resistentes a plagas y enfermedades, exige la disponibilidad de una amplia reserva de genes debidamente caracterizados. Ello implica la realización de prospecciones, la caracterización de los materiales colectados, su conservación y su posterior incorporación en programas de mejoramiento genético.

En la actualidad esto es realizado fundamentalmente por instituciones de los países desarrollados y por los Centros Internacionales de Investigación Agrícola, razón por la cual buena parte de estos recursos regresan a la región en forma de semillas incorporadas a paquetes tecnológicos comerciales.

La rápida destrucción de muchos ecosistemas en la región, por otro lado, amenaza los recursos fitogenéticos de muchas especies de interés agrícola, que en caso extremo podrían perderse total y definitivamente. Para enfrentar esa situación se requiere que los países de América Latina y el Caribe unan sus esfuerzos y adopten las medidas necesarias para identificar, recolectar, caracterizar y conservar sus recursos fitogenéticos, mediante la integración y complementación de las iniciativas existentes. Ello debe desembocar en una red regional de bancos de germoplasma que permita el acceso de los países a estos recursos bajo condiciones equitativas y que retribuyan el valor y el costo de los mismos para cada país. Una condición indispensable en esta estrategia es el reforzamiento de las capacidades técnicas de los países en este campo, así como la introducción de las técnicas modernas que la biotecnología ofrece para estos fines y que hacen factible un aumento considerable de la efectividad y productividad de estos procesos.

Asimismo, y como resultado de la actualidad y urgencia de la conservación de los recursos fitogenéticos, se ha generado una discusión de esta temática en varios foros internacionales con miras al establecimiento de normas que regulen la transferencia internacional y la utilización de los mismos. Los países de la región deben participar activamente; es deseable que asuman una posición conjunta ante las distintas alternativas de políticas que se presentan. Para que esto sea posible, es necesaria una concertación regional que asegure los consensos previos indispensables.

Consolidación de la cooperación horizontal y la transferencia internacional de tecnología

América Latina y el Caribe cuentan con un conjunto de importantes experiencias en lo referido a la implementación de redes y programas cooperativos, las cuales pueden ser aprovechadas como opciones para resolver o al menos minimizar los problemas de escala económica que enfrentan algunos países, especialmente en el Caribe y Centroamérica, y también como base para lograr un uso más efectivo de los recursos disponibles en las otras subregiones. Para que estas iniciativas tengan éxito, sin embargo, se requiere revisar los esquemas operativos utilizados hasta ahora, particularmente en cuanto a su cobertura, nivel de institucionalización y los mecanismos utilizados por la cooperación internacional para financiarlas.

En lo que se refiere a la cobertura y nivel de institucionalización, es oportuno resaltar la importancia de que los esfuerzos de investigación y transferencia por cultivo se den dentro de un marco institucional que asegure que los mismos respondan efectivamente a prioridades nacionales. Esto es particularmente válido para aquellos esfuerzos que involucran a investigadores individuales de sistemas nacionales pequeños donde, frente a las restricciones presupuestarias que normalmente enfrentan los investigadores, los recursos aportados por las redes tienen una influencia muy grande en la definición de las prioridades de investigación.

Por su parte, la predominancia del esquema de proyectos específicos para financiar las redes y programas cooperativos ha llevado a que las iniciativas de cooperación regional experimenten en más de un caso los mismos problemas de inestabilidad que enfrentan las instituciones nacionales. En este sentido, es necesario que los países, junto con los organismos internacionales, examinen sus políticas al respecto, con el objeto de asegurar un apoyo más flexible y estable en el largo plazo.

Las experiencias de PROCISUR en el Cono Sur y de PROCIANDINO en la Subregión Andina son indicativas del beneficio adicional que se puede lograr al integrar redes de cultivos específicos dentro de mecanismos de cooperación y coordinación definidos a nivel institucional, y no por investigadores individuales. Estas experiencias pueden servir de modelo para las acciones futuras en este campo una vez que se estructuren mecanismos de financiamiento de carácter más permanente que los que existen en la actualidad. El desarrollo de estructuras similares para América Central y los países del Caribe constituye asimismo una alta prioridad de acción en este campo.

La potencialidad de los mecanismos de cooperación horizontal debe explorarse también en lo referido a las actividades en investigación básica en donde la mayoría de los países presentan serias deficiencias. Está claro que en esos casos los Centros Internacionales deben

desempeñar un papel fundamental. Sin embargo, su contribución no será suficiente para garantizar que los países de la región estén permanentemente en la frontera de las posibilidades tecnológicas. Por otra parte, para los países el costo individual de establecer y mantener sus propios mecanismos de conexión con las fuentes de conocimiento científico puede ser demasiado alto. Por ello es importante buscar la forma de aprovechar las economías de escala que existen a este nivel. Una forma sería la organización de programas regionales que facilitarían el contacto con los principales centros de investigación de los países desarrollados y servirían asimismo como base para el desarrollo de trabajos básicos en ciertas áreas prioritarias y de interés común.

Finalmente, las acciones referidas a la biotecnología se podrían también ver facilitadas a través de una mayor cooperación y acción conjunta. Para que ello sea posible, sin embargo, hacen falta nuevas formas institucionales que respondan adecuadamente a las nuevas características y al papel de la tecnología en el desarrollo agropecuario.

Consolidación de las infraestructuras regionales de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario

Tal como se ha planteado arriba, en el caso de los países pequeños la capacidad para desarrollar por sí mismos la infraestructura de investigación requerida, como apoyo para sus actividades productivas agropecuarias, es limitada. Incluso podría decirse que en algunas situaciones –bastante frecuentes– los esfuerzos individuales orientados a desarrollar la masa crítica necesaria para ciertas actividades de investigación resultan altamente ineficientes.

En este marco, los esfuerzos multinacionales de carácter subregional resultan alternativas altamente efectivas, ya que a través del desarrollo conjunto de áreas de trabajo de interés común permiten aprovechar las posibles economías de escala existentes y ampliar el espacio de aplicación de los resultados de la investigación, y así incrementar la rentabilidad de las inversiones en este tipo de actividades. Estas ventajas se aplican tanto al uso de los recursos nacionales como a los de cooperación externa, en donde, además de las relaciones de carácter técnico, hay que sumar las ventajas de carácter administrativo que se obtienen al tener que manejar sólo un programa de ayuda de carácter subregional vis-a-vis una multitud de proyectos individuales a nivel de cada país.

Dado este contexto, la consolidación de CATIE y CARDI como infraestructuras subregionales de investigación y desarrollo constituye una alta prioridad si es que se pretende asegurar la disponibilidad de tecnologías apropiadas para la reactivación de las agriculturas de los países de Centroamérica y el Caribe.

En este sentido, es conveniente resaltar que CATIE y CARDI han tenido a lo largo de su existencia un proceso de desarrollo de carácter cíclico, con períodos de estabilidad y consolidación, de situaciones de conflicto e inestabilidad institucional, lo cual ha limitado significativamente su capacidad de producir beneficios para sus países miembros. Más allá de los factores propios de los procesos institucionales que pudieran haber afectado esta situación, existen algunos elementos de carácter estructural que deben recalcar. En relación con esto, la estructura de financiamiento y el papel que dentro de la misma desempeñan las agencias donantes constituyen un aspecto de particular importancia. En ambos casos una proporción altamente significativa de los recursos totales proviene de fondos y proyectos especiales, lo cual ha constituido un factor determinante de la situación de

inestabilidad mencionada arriba. Lo restringido de los presupuestos básicos –fondos aportados por los países miembros o fondos sin asignación a proyectos específicos– ha sido una limitante para la definición de programas de mediano y largo plazo, y de hecho ha determinado qué orientaciones de las actividades han respondido más a los intereses y prioridades de los donantes que compiten entre sí por los escasos fondos de contrapartida, que a las necesidades de apoyo de los países.

En estos términos, se requieren acciones específicas orientadas a, por una parte, fortalecer los presupuestos básicos de los Centros y, por otra, a establecer mecanismos de coordinación entre donantes con el fin de evitar superposiciones. A este nivel la constitución de los Grupos de Apoyo a CATIE y CARDI dentro del CGIAI es una iniciativa valiosa en tanto permite analizar y discutir los apoyos y proyectos específicos en el contexto de las estrategias globales de los centros y del conjunto de las actividades de la comunidad de donantes a los mismos.

Redimensionamiento de las relaciones entre los centros internacionales de investigación agrícola y los sistemas nacionales de generación y transferencia de tecnología

El sistema internacional de investigación agropecuaria ha tenido sin duda repercusiones importantes en las actividades de los programas nacionales de investigación y, a través de ellos, en la agricultura de América Latina y el Caribe.

Para que esto sea posible, es necesario que los sistemas nacionales decidan asumir las responsabilidades que estos ajustes implican, tanto en sus dimensiones presupuestarias como en los aspectos políticos, de manera que se asegure el libre acceso de todos los países a las tecnologías generadas dentro de los mismos esquemas de trabajo y colaboración. Por su parte, y paralelamente a la identificación de las actividades a transferir a las instituciones nacionales, es preciso definir el ritmo de la transferencia y cuáles son las nuevas actividades que deberían encarar los Centros para sustituir aquéllas que han pasado a ser responsabilidad de las instituciones nacionales. En este sentido, resulta claro que la mejor forma de explotar los aspectos complementarios de las organizaciones de investigación nacionales e internacionales, es dar mayor énfasis a las actividades de investigación básica. Esta tendencia, sin embargo, requiere que las instituciones internacionales reexaminen el alcance de su participación en nuevas áreas –tales como la biotecnología–, sus políticas y enfoques con respecto al tema de las ciencias básicas frente a las ciencias aplicadas y la naturaleza de su relación con el sector privado.

Este proceso ya está en marcha en lo que respecta al cultivo del trigo, sin embargo se requieren aún mayores discusiones tanto entre los propios países como entre éstos y el GCIAI, con el propósito de ajustar los procedimientos para la implementación de los nuevos esquemas y áreas de trabajo. Adicionalmente, como ya se ha mencionado, los programas nacionales con mayor experiencia tienen que asumir un papel mucho más activo en la asistencia a los países de menor tamaño para que desarrollen sus programas de investigación adaptativa. Los programas cooperativos pueden constituir un instrumento de gran valor en este sentido.

Fortalecimiento de los recursos humanos para la investigación y transferencia de tecnología

La disponibilidad de recursos humanos en número y nivel de capacitación adecuado constituye el requisito básico para el desarrollo de un sistema nacional de investigación y transferencia de tecnología. Como se ha planteado, este requisito cobra particular relevancia debido a la situación imperante en los países de la región y a los cambios que se están dando en la base científica de la tecnología agropecuaria. En este contexto, se hace imperativo apoyar tanto a nivel nacional como multinacional las actividades de formación y capacitación de recursos humanos de alto nivel. Varios aspectos aparecen como de vital importancia para el desarrollo de una estrategia de acción en el campo de los recursos humanos.

El primero de ellos se refiere a la necesidad de revisar los currícula de las facultades de agronomía y los programas de posgrado en ciencias agrícolas, para adecuarlos a las demandas del nuevo contexto científico-tecnológico que enfrenta la región. En este sentido, se necesita una revisión del componente de ciencias básicas de los actuales currícula para asegurar su adecuación a las nuevas áreas de trabajo vinculadas a la biotecnología. Asimismo, es imperativo el desarrollo de respuestas curriculares apropiadas al tipo de problemática productiva imperante en la región, particularmente en relación con los pequeños y medianos productores y las nuevas dimensiones agroindustriales de la producción agropecuaria.

El segundo aspecto se refiere a la necesidad de fortalecer operativamente las capacidades de formación de recursos humanos, principalmente a nivel de posgrado. Al respecto es oportuno destacar que en la región existe una infraestructura básica que puede ser aprovechada y que existen recursos de financiamiento, principalmente derivados de préstamos a los organismos nacionales de investigación que, en casos específicos, pueden constituir la base para la consolidación de programas de capacitación de gran interés.

La modalidad imperante hasta el presente ha sido la capacitación en el exterior. Esta estrategia, criticable en el pasado por los altos costos implícitos y por la baja adaptación de los programas de capacitación en los países desarrollados a nuestras realidades y necesidades, hoy, frente a la escasez de recursos imperantes, ya no es viable. Esto marca la clara necesidad de buscar un aprovechamiento más eficiente de los recursos y estructuras existentes, y promover el futuro crecimiento de la misma de manera coordinada y fundamentada en las necesidades colectivas. Un primer paso en esta dirección es el establecimiento de un sistema integrado con acceso abierto a todos los países de la región, el cual debería contemplar el desarrollo de centros de excelencia sobre la base de las capacidades ya existentes, la amplia movilidad de los alumnos entre los distintos componentes del sistema –incluida la posibilidad de realizar los trabajos de tesis en sus propios países– y un sistema complementario de becas al que tengan acceso todos los participantes.

Los intentos llevados a cabo en la década de 1960 para desarrollar un sistema autosuficiente fracasaron, en parte porque el personal capacitado que regresaba del exterior no fue utilizado en funciones docentes para establecer una cadena de capacitación. Esto se debió en gran medida al divorcio entre las funciones de investigación y la docencia, problema que afecta a la mayoría de los países, con las posibles excepciones de Brasil y en menor grado México y Perú.

En una nueva oportunidad los programas de capacitación no deberían utilizarse para fortalecer los programas de investigación por separado, sino en forma integrada a esfuerzos para desarrollar las infraestructuras de posgrado domésticas. Las oportunidades de capacitación en el exterior deben reservarse para el nivel de Ph.D., en áreas de alta especialización en campos cuya inopia de recursos calificados afecte sensiblemente la ejecución, continuidad y profundidad de los programas de investigación, o en investigación aplicada en actividades específicas con gran potencial para la diversificación de exportaciones.

Existen innumerables casos en los cuales el personal capacitado se ve imposibilitado a su retorno de trabajar en sus áreas de especialización como consecuencia de problemas institucionales o simplemente porque esas áreas no tienen relación con el tipo de problemas a resolver. Esto significa un desaprovechamiento de recursos que debe ser evitado a través de un mejor planeamiento de los programas de capacitación, así como por una mayor vinculación de los estudiantes con sus países de origen a lo largo de sus períodos de capacitación. Esto se puede lograr mediante la integración de científicos locales en los comités de tesis y/o solicitando que el trabajo de investigación de tesis se desarrolle en sus países de origen.

Una tercera área de acción se refiere al establecimiento de sistemas de retribución salarial que hagan más competitivas las actividades de investigación. Esto, por supuesto, requerirá un mayor apoyo presupuestario, lo cual puede no ser viable dadas las actuales condiciones económicas de los países; pero también puede lograrse a través de arreglos institucionales innovadores que permitan que los investigadores hagan trabajos de consultorías relacionados con sus especialidades en proyectos del sector privado. Paralelamente, se necesita una reducción de las cargas administrativas y trabas burocráticas al manejo de los recursos para investigación, dos problemas que tienen una alta incidencia en las altas tasas de rotación ya mencionadas.

Finalmente, se debe hacer un renovado esfuerzo para promover la participación de investigadores de los países industrializados en tareas de investigación en América Latina y el Caribe. Existe una larga tradición de colaboración en este sentido, a través de programas como las Becas Fulbright, pero los contactos y relaciones tienen que ser renovados con cada generación. Hay un inmenso inventario de capital humano en investigación agrícola en los países industrializados, en muchos casos totalmente desproporcionado con la importancia de la agricultura en estos países. América Latina y el Caribe pueden aprovechar parte de ese capital si se promueve la implementación de programas cooperativos en los cuales esos investigadores puedan participar. Asimismo, a través del fomento del interés de estos investigadores, se puede también facilitar el acceso a fondos que de otra manera no estarían disponibles. Programas de este tipo serían particularmente apropiados en relación con el desarrollo tecnológico de la pequeña agricultura, área de alta prioridad para la mayoría de los países que integran la comunidad donante internacional.

BIBLIOGRAFIA

ALIDE (ASOCIACION LATINOAMERICANA DE INSTITUCIONES FINANCIERAS DE DESARROLLO). 1986. La banca de fomento y el financiamiento del desarrollo en América Latina: Tendencias y perspectivas. Perú.

ARROYO, G. 1986. La biotecnología y el análisis de las cadenas o sistemas agroalimentarios y agroindustriales. Xochimilco, Universidad Autónoma de México, Departamento de Producción Económica y Maestría en Desarrollo Rural.

AVALOS, I.; PINANGO, R. 1986. La Fundación de Servicio para el Agricultor (FUSAGRI) en el sistema agrícola venezolano. La Haya, Holanda, Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (PROAGRO, Paper no. 7).

BARSKY, O. 1985. El sector privado en los cambios tecnológicos del agro ecuatoriano. Quito, Ecu., FLACSO.

BAUM, W. 1986. Partners against hunger. CGIAR/World Bank.

BELL, C.; HAZELL, P.; SLADE, R. 1982. Project evaluation in regional perspective. Baltimore, The John Hopkins University Press. s.p.

BURBACH, R.; FLYNN, P. 1980. Agribusiness in the Americas. New York, U.S.A., Monthly Review.

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, Col., CIAT.

_____ ; KENNEY, M.; KLOPPENBURG JUNIOR, J. 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.

CROFT, B. A. 1986. Keeping ahead of the wolf: pest resistance to agricultural pesticides. In Research for tomorrow: 1986 Yearbook of agriculture. Washington, USDA. s.p.

- CEPAL. 1986. Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- CEPAL/FAO. 1986. Agricultura campesina en América Latina y el Caribe. División Agrícola Conjunta CEPAL/FAO, Santiago, Chile.
- ELIAS, V. 1985. Government expenditures on agriculture and agricultural growth in Latin America. Washington, D.C.; International Food Policy Research Institute. (Research Report no. 50).
- FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). ITALIA 1988a. Plan de acción: Potencialidades del desarrollo agrícola y rural en América Latina y el Caribe. Anexo I, Roma.
- _____. 1988b. Plan de acción: Potencialidades del desarrollo agrícola y rural en América Latina y el Caribe. Anexo III, Roma.
- _____. 1988c. Plan de acción: Potencialidades de desarrollo agrícola y rural en América Latina y el Caribe. Anexo IV, Roma.
- _____. Anuarios de producción 1970-1988. Roma.
- _____. 1988. Base de datos. Roma.
- _____. 1987. Función de las raíces, tubérculos y plátanos en la seguridad alimentaria de América Latina y el Caribe. CFS: 87/4 (a), Roma, Comité de Seguridad Alimentaria.
- FREITAS, O. 1986. Strategies for strengthening agricultural research systems in the first International Meeting of National Agricultural Research Systems and the Second IFARD Global Convention. s.n.t.
- GAMBLE, W. K.; TRIGO, E. J. 1985. Establishing agricultural research policy: problems and alternatives for small countries. In *Agricultural Research Policy and Organization in Small Countries*. The Hague, Netherlands, ISNAR, p. 36-52.
- GOLDSTEIN, D. J. 1985. New patents in biotechnology: their impact on Latin America. In *Planning Workshop: Biotechnology and Food Systems in Latin America (1985, San Diego)*. San Diego, University of California.
- GRAU, O. 1985. Un nuevo enfoque para la cooperación regional en biotecnología: el Programa Regional Latinoamericano de Biotecnología. In *Planning Workshop: Biotechnology and Food Systems in Latin America (1985, San Diego)*. San Diego, University of California.
- IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA). C.R. 1989. La economía campesina en la reactivación y el desarrollo agropecuario. Serie Documentos de Programas no. 10. San José.
- ILO (INTERNATIONAL LABOR ORGANIZATION). SWITZERLAND. 1982. Shares of EAP in traditional agriculture and in traditional urban in PREALC, Mercado de Trabajo en Cifras, 1950-80. Ginebra.

INDARTE, E. 1982. Articulación entre generación y transferencia de tecnología agropecuaria. Documento interno. San José, C.R., IICA. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología.

ISNAR (INTERNATIONAL SERVICE FOR NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH). HOLANDA. 1983. El sistema de investigación en la República Dominicana. La Haya.

_____. 1987. Documento de trabajo.

JANVRY, A. DE 1987. International economic development and US agriculture. In Seminario sobre Políticas Comerciales y de Precios en la Agricultura Latinoamericana. Cartagena, Col.

_____; RUNSTEN, D.; SADOULET, E. 1987. Technological innovations in Latin American agriculture. San José, C. R., IICA. (Program Papers Series no. 4.).

_____; SADOULET, E.; WILCOX, L. 1986. Rural labor in Latin America. ILO Working Paper WEP 10-6/WP79. Ginebra, OIT.

KENNEY, M. 1986. Biotechnology: the university-industrial complex. New Haven, Yale University Press.

KLOPPENBURG Junior I.; KLEINMAN, D. 1987. Seeds of struggle: the geopolitics of genetic resources. Technology Review 90(2), p.47-53.

_____; 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, University of California, Center for U.S. Mexican Studies.

LEVINS, R.; LEWONTIN, R. 1985. The political economy of agricultural research. In Seminario sobre Políticas Comerciales y de Precios en la Agricultura Latinoamericana. Cartagene, Col.

LINDARTE, E. 1986. Research foundations in Latin America: an institutionalization approach. La Haya, Holanda, ISNAR. (Manuscrito inédito).

LOPEZ, C. 1982. Agricultura y alimentación. Evolución y transformaciones más recientes. Revista de la CEPAL (Chile), no. 16.

LUISELLI FERNANDEZ, C. 1986. Biotecnología y alimentación: el ámbito para la cooperación estratégica. México, CEPAL.

LYMAN, J.M. 1984. Progress and planning for germoplasm conservation of major food crops. Plant genetic resources newsletter (Food and Agriculture Organization/ International Board for Plant Genetic Resources) 60:3-21.

MARTINEZ NOGUEIRA, R. 1985. Los consorcios rurales de experimentación agrícola: evolución e impacto. La Haya, Holanda, ISNAR. (PROAGRO Paper no. 2).

MITCHELL, D. 1987. Prospects for agricultural trade and prices. In Seminario sobre Políticas Comerciales y de Precios en la Agricultura Latinoamericana. Cartagena, Col.

- MORALES, H. L. 1985. Biotecnologías y sistemas alimentarios. In *Planning Workshop: Biotechnology and Food Systems in Latin America* (1985, San Diego). San Diego, University of California.
- ONU DI (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL). AUSTRIA. 1977. *Projet d'étude mondiale des agroindustries. 1975-2000*. Viena (UNIDO/ICIS.65).
- OTERO, G. 1987. From green revolution to biotechnology: impacts on U.S. and Mexican social structures. San Diego, University of California, Center for U.S.-Mexican Studies.
- PAZ SILVA, L.; PUIGGNO, P. 1985. Potencial y posibilidades de la investigación y extensión agropecuaria privada. Lima, Perú.
- PINHEIRO MACHADO, L. C. 1985. A importancia das biotecnologias para o desenvolvimento da agricultura no Brasil. In *Planning Workshop: Biotechnology and Food Systems in Latin America* (1985, San Diego). San Diego, University of California. Center for U.S.-Mexican Studies.
- PIÑEIRO, M. 1985. Agricultural research in the private sector: issues and analytical perspectives. The Hague, Netherlands, ISNAR. (PROAGRO Paper no. 1).
- _____ ; TRIGO, E.J. 1985. Agricultural research in the public sector of Latin America: problems and perspectives. The Hague, Netherlands, ISNAR. (Working Paper no. 1).
- PLUCKNETT, D.; SMITH, N.; WILLIAMS I.; ANISHETTY, M. 1987. *Gene banks and the world's food*. New Jersey, Princeton University Press.
- PNUD (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO). 1986. Programa Regional de Biotecnología PNUD/UNESCO/ONU DI para América Latina y el Caribe.
- PRECODEPA (PROGRAMA REGIONAL COOPERATIVO DE LA PAPA). 1984. Informe Anual. IICA, San José, Costa Rica.
- 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.; AMEZQUITA, M. C.; VILLALOBOS, V. M. 1986. Estado actual y perspectivas de la biotecnología agrícola en América Latina y el Caribe. Encuesta 1986. In *Seminario Internacional sobre Temas Prioritarios y Mecanismos de Cooperación en Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe* (1986, Cali, Col.). Cali, Col., CIAT.
- RUTTAN, V. W. 1987. Agricultural research policy and development. FAO, Rome. 144p. (Research and Technology Paper no. 2).
- SAMPER, A. 1982. La investigación privada en Colombia. Cali, Col., CENICAÑA.

- SAWYER, R.; VALLE RUESTRA, J. 1986. Strategies for strengthening agricultural research systems - the International Potato Center case. In the First International Meeting of National Agricultural Research Systems and the Second IFARD Global Convention.
- SCOBIE, G. M. 1987. Partners in research: The CGIAR in Latin America, Washington, D.C., CGIAR (Study Paper no. 24). p.201-205.
- SEGHAL, S. M. 1977. Private sector international research: the genetic supply industry. In Resource allocation and productivity in national and international agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota, Press.
- TRIGO, E. J.; PIÑEIRO, M. E. 1980. La investigación agropecuaria a nivel nacional en América Latina: problemas y perspectivas en la década de 1980. San José, C. R., IICA. (Documento PROTAAL no. 77).
- _____ ; PIÑEIRO, M. E. 1981. The dynamics of agricultural research organizations in Latin America. Food Policy 6:2-10.
- _____ ; PIÑEIRO, M. E.; ARDILA, J. 1982. Organización de la investigación agropecuaria en América Latina. San José, C. R., IICA. Serie de Investigación, Desarrollo no. 2.
- _____ ; PIÑEIRO, M. E.; SABATO, J. 1983. La cuestión tecnológica y la organización de la investigación agropecuaria en América Latina. Desarrollo Económico 23(89).
- VALDES, A. 1987. Agricultural trade and macroeconomic policies: impact of agricultural growth in Latin America. In Seminario sobre Políticas Comerciales y de Precios en la Agricultura Latinoamericana. Cartagena, Col.
- _____ ; MUCHNIK, E. 1984. Estructura y tendencias en la producción, consumo y comercio exterior de productos agrícolas en América Latina. In Seminario sobre Fortalecimiento de la Investigación Agrícola en América Latina y el Caribe. México.
- VENEZIAN, E. 1984. Oportunidades de inversión en la investigación agrícola convencional en América Latina. In Seminario sobre el Fortalecimiento de la Investigación Agrícola en América Latina y el Caribe. Memoria.
- _____ ; 1987. Chile and the CGIAR Centers. México, CGIAR. (Study Paper no. 20).
- WAISSBLUTH, M.; CADENA, G.; SOLLEIRO, J. L. 1985. La vinculación universidad/ industria: una experiencia organizacional en México. In Planning Workshop: Biotechnology and Food Systems in Latin America (1985, San Diego). San Diego, University of California.

La edición y publicación de este documento es responsabilidad de la Dirección para la Coordinación de Asuntos Institucionales del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

En la misma participaron funcionarios de la Dirección y de la Imprenta del IICA.

Esta edición se terminó de imprimir en el mes de julio de 1989, con un tiraje de 1 200 ejemplares.

LIZARDO de las CASAS

PROGRAMA II: Generación y Transferencia de Tecnología

El Programa de Generación y Transferencia de Tecnología fue creado como respuesta a dos aspectos básicos: el reconocimiento por parte de los países y de la comunidad técnica y financiera internacional de la importancia de la tecnología para el desarrollo productivo del sector agropecuario; y la convicción de que el potencial de la ciencia y la tecnología sólo puede ser plenamente explotado a partir del desarrollo de infraestructuras institucionales capaces de generar respuestas técnicas apropiadas a las condiciones específicas de cada país, en un marco de políticas que alienten y faciliten la incorporación de nueva tecnología en el proceso de producción.

En este contexto, el Programa II promueve y respalda acciones en los países miembros para mejorar el diseño de políticas tecnológicas, reforzar la organización y la administración de los sistemas de generación y transferencia de tecnología, y facilitar la transferencia internacional de tecnología.

Se espera que estas acciones conduzcan a un uso más racional de los recursos disponibles y hagan más efectiva la contribución para resolver los problemas tecnológicos de la producción agrícola, dentro de un marco de equitativa distribución de los beneficios y de conservación de los recursos naturales.

De acuerdo con el Plan de Mediano Plazo vigente, el Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, para abordar estos problemas, concentra sus actividades en cinco áreas básicas:

- Diseño de una política tecnológica.
- Organización y administración en los sistemas e instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología.
- Desarrollo y/o fortalecimiento de los programas de capacitación de los recursos humanos.
- Cooperación recíproca y coordinación internacional en investigación y transferencia de tecnología.
- Formulación e implementación de proyectos de inversión.

El Programa II busca alcanzar sus objetivos primarios contribuyendo a resolver algunos de los principales problemas que limitan el desarrollo agrícola y el bienestar rural en los países de la región. Para ello impulsa y estimula la vinculación de la política tecnológica del sector agropecuario con otros aspectos de la política económica general; ayuda al fortalecimiento de la organización y la capacidad económica de las instituciones tecnológicas, la consolidación de los recursos humanos calificados, la capacitación y especialización de los nuevos cuadros profesionales; promueve la transferencia internacional de tecnología y la integración de la investigación a nivel nacional e internacional.

Importancia especial se da a los esfuerzos regionales que se espera permitan estrechar la amplia brecha que afrontan la mayoría de los países pequeños en cuanto a sus necesidades de desarrollo tecnológico y la cantidad de recursos que pueden invertir.

**SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS
PROGRAM PAPERS SERIES**

- 1 LOS PROGRAMAS DE AJUSTE ESTRUCTURAL Y SECTORIAL: Alcances para la Reactivación y Desarrollo de la Agricultura Agosto 1987/IICA
- 2 FOROS INTERNACIONALES SOBRE PRODUCTOS AGRICOLAS: Situación y Perspectivas Agosto 1987/Haroldo Rodas Melgar
- 3 CAPACITACION CAMPESINA: Un Instrumento para el Fortalecimiento de las Organizaciones Campesinas Octubre 1987/IICA
- 4 TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN LATIN AMERICAN AGRICULTURE: November 1987/Alain de Janvry, David Runsten, Elisabeth Sadoulet
- 5 EXPERIENCIAS EN LA APLICACION DE ESTRATEGIAS PARA COMBATIR LA POBREZA RURAL Diciembre 1987/Fausto Jordán, Diego Londoño
- 6 LAS AGRICULTURAS DE LOS PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE EN LA CRISIS ACTUAL: Condiciones, Desempeños y Funciones Julio 1988/Mario Kaminsky
- 7 LA NUEVA BIOTECNOLOGIA EN AGRICULTURA Y SALUD Julio 1988/IICA
- 8 AGRICULTURA Y CAMBIO ESTRUCTURAL EN CENTROAMERICA Octubre 1988/Helio Fallas, Eugenio Rivera
- 9 MEXICO EN LA RONDA URUGUAY: El Caso de la Agricultura Enero 1989/Cassio Luiselli Fernández, Carlos Vidali Carbajal
- 10 LA ECONOMIA CAMPESINA EN LA REACTIVACION Y EL DESARROLLO AGROPECUARIO Febrero 1989/IICA
- 11 HUMAN CAPITAL FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA June 1989/G. Edward Schuh, M. Iñez Angeli-Schuh
- 12 RURAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA: An Evaluation and a Proposal June 1989/Alain de Janvry et al.
- 13 HACIA UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA LA REACTIVACION DE LA AGRICULTURA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE Julio 1989/Eduardo Trigo, David Runsten

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Apdo. 55-2200 Coronado, Costa Rica - Tel.: 29-02-22 - Cable: IICASANJOSE - Telex: 2144IICA,
Correo Electrónico EIES: 1332 IICA SC, FACSIMIL (506)294741 IICA COSTA RICA