

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.1605
29 de diciembre de 1995

ORIGINAL: ESPAÑOL

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

Este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, fue preparado por la Unidad de Desarrollo Agrícola de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial.

95-12-1536

ÍNDICE

	<u>Página</u>
Resumen	v
Antecedentes	1
Condiciones bajo las cuales los institutos de investigación iniciaron sus operaciones ..	2
Resultados de la operación de los institutos de investigación	3
Algunas cuestiones conceptuales	11
Los sistemas nacionales de innovación agrícola de los países de la región	13
a) Aspectos generales	13
b) Investigadores y recursos asignados para investigación	17
c) Recursos asignados para la investigación agropecuaria	19
La investigación agrícola en la era de los ajustes	24
Algunos casos paradigmáticos de innovación agrícola	33
Conclusiones	35
Elementos para la formulación de políticas para la innovación tecnológica en la agricultura	37
Bibliografía	39

Resumen

El propósito de este trabajo es ilustrar las características, evolución y perspectivas de los sistemas nacionales de innovación para las agriculturas de los países de la región. Para ello se presenta un breve resumen de los antecedentes que dan origen a la institucionalidad de la innovación tecnológica en la agricultura, las características más salientes de los institutos nacionales de investigación agropecuaria, su evolución, las perspectivas bajo la situación actual y las interrogantes que se plantean frente al futuro inmediato en cuanto a su inserción y quehacer.

Adicionalmente se presentan, a modo ilustrativo, antecedentes sobre el impacto o incidencia de la investigación agropecuaria a nivel de países, visto desde la óptica de los resultados obtenidos con productos relevantes para las economías nacionales. Para ello se ha recurrido a estudios de casos realizados en Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, México y Perú, en los cuales se ha hecho un relevamiento de las principales cuestiones concernientes al estado de los institutos nacionales de investigación, los procesos de reorganización que experimentan en la actualidad y los resultados logrados en términos de impactos por productos relevantes. A ello se le ha agregado un par de situaciones que muestran procesos de innovación tecnológica nacidos desde el ámbito privado y que son importantes tanto por el peso del producto en la economía como por las potencialidades que presenta.

Antecedentes

Aun cuando se tienen antecedentes de actividades de investigación agropecuaria relevantes desde el siglo pasado, en algunos países de la región (Argentina, Brasil, Colombia y Chile, principalmente), no es sino hasta los años cincuenta que se puede hablar de una actividad institucionalizada formalmente como tal. En efecto, a partir de esa fecha y bajo la óptica del modelo estadounidense, y con el apoyo financiero y organizacional de los Estados Unidos, se empiezan a crear organismos estatales de carácter nacional a quienes se les encarga la tarea de generar tecnologías y especialmente de adaptar el nuevo paquete tecnológico surgido de la llamada Revolución Verde, a fin de ser difundido a los productores locales. Estos institutos toman en algunos casos las tareas que venían desempeñando los ministerios de agricultura y universidades y son dotados generosamente de los recursos necesarios para realizar sus labores.

El modelo norteamericano trasladado a la región se basaba en la experiencia de ese país con la creación, luego de la guerra de secesión, de una institucionalidad para la innovación tecnológica y modernización de la agricultura a partir de las llamadas *Land Grant Universities* que se desarrollaron como agentes de enseñanza, investigación y generación de tecnologías aplicables a las regiones en las que se asentaban. Estas entidades contaron con financiamiento estatal y federal para el cometido de sus funciones y en su organización contemplaban una fuerte participación de los agricultores locales. Bajo este esquema se crearon estaciones experimentales, en las que se realizaba la investigación y buena parte de la extensión para la difusión de los resultados. Al modelo se sumaron posteriormente instituciones de cobertura nacional como el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y de nivel local como otras universidades con capacidades de investigación y enseñanza.

Este modelo operó en un medio caracterizado por la presencia dominante de la unidad productiva familiar, factor que luego de la guerra de secesión se acentuó aun más. A la gran homogeneidad relativa de carácter estructural, se sumaban zonas agroecológicas de notable similitud en cuanto a climas y suelos. Bajo estas circunstancias, el modelo implementado para la modernización de la agricultura fue exitoso, aunque no exento de costos sociales. Dada la escasez relativa de factores en los Estados Unidos, la innovación tecnológica en la agricultura se encaminó hacia un uso más intensivo de la tierra a través de la mecanización y los agroquímicos y hacia el ahorro del factor más costoso, esto es la mano de obra (Ruttan, 1983, 1984).

Las grandes innovaciones que incidieron primero en la agricultura norteamericana y luego en la agricultura mundial son, entre otras, la mecanización, proceso que se intensifica desde el primer cuarto de siglo, luego los agroquímicos con los fertilizantes en primer lugar y, posteriormente desde los años cuarenta, las innovaciones biológicas con la aparición de los primeros híbridos de maíz (Griliches, 1971). A fines de los años cincuenta surge la llamada Revolución Verde, con tecnologías

que permiten obtener nuevas líneas de cultivos alimentarios de muy alta productividad. Las expectativas abiertas llevaron a sostener que finalmente estaban dadas las condiciones para superar el atraso del medio rural, el hambre y la miseria.

El paquete tecnológico Revolución Verde es el que sirve de base a la transferencia del modelo norteamericano de innovación hacia los países en desarrollo, y muy especialmente a los de América Latina y el Caribe. Por las circunstancias políticas de la época, los Estados Unidos estuvieron particularmente interesados en el mejoramiento de las condiciones de funcionamiento y resultados de la agricultura de la región. Como problemas principales se identificaron los relativos a la estructura de tenencia y propiedad de la tierra y la carencia de una oferta de tecnologías modernas y rentables. Es así como bajo la Administración Kennedy se promovieron, entre otras medidas, reformas agrarias, y se buscaron los mecanismos adecuados para difundir las nuevas tecnologías disponibles. Esta fue transferida desde los centros internacionales de investigación y luego difundida a los productores locales como un bien público con la esperanza de aumentar significativamente su productividad y producción.

De otra parte y para asegurar el funcionamiento del nuevo esquema, fue necesario ejecutar importantes programas de formación de especialistas y técnicos de alto nivel para las tareas de investigación y extensión agrícola. Papel destacado jugaron en este proceso las fundaciones Rockefeller, Kellog y Ford, la USAID y las universidades de California y Cornell. Entre los programas implementados en la época, se pueden mencionar, entre otros, el Punto Cuarto y, a nivel de países, el Programa Chile-California.

Condiciones bajo las cuales los institutos de investigación iniciaron sus operaciones

Los institutos nacionales de investigación de América Latina, creados bajo la inspiración del modelo estadounidense, enfrentaron grandes dificultades no vividas en el modelo original; por una parte, una agricultura en que el factor común era la heterogeneidad estructural y en donde lo dominante era el complejo latifundio-minifundio, unidades de producción que por diferentes y conocidas razones no son funcionales a los procesos de modernización vía innovación tecnológica y, por otra parte, una gran diversidad agroecológica con sistemas que van desde aquellos de clima templado hasta tropical, en los que a su vez coexisten los más diversos tipos de suelos, climas, alturas, flora, fauna y, desde luego, sistemas de cultivo.

A ello se le suma una gran diversidad cultural derivada de significativa presencia de poblaciones indígenas y mestizas asociadas a la pequeña agricultura, y de los descendientes de los colonizadores mezclados a su vez con las más diversas corrientes de emigrantes provenientes de distintos lugares del mundo. Si se considera además que una parte importante de la producción de alimentos era destinada al autoconsumo bajo lógicas muy distintas de las aplicadas en las producciones comerciales para los mercados internos y de exportación, se puede entender las dificultades que debieron enfrentar los institutos de tecnología agropecuaria creados bajo el supuesto de la homogeneidad de productores, objetivos y lógicas de producción y de condiciones agroecológicas.

El paquete tecnológico de la Revolución Verde, elemento dinamizador de los institutos, también fue ideado sobre la base de los mismos supuestos, y los especialistas formados en las universidades estadounidenses, fueron entrenados en función de esa tecnología para medios homogéneos. Bajo estas circunstancias, los objetivos de los institutos de investigación agropecuaria

no quedaron suficientemente claros. Eran instituciones creadas para generar tecnologías propias y que por tanto debían realizar en alguna medida investigación básica, o bien debían simplemente adaptar el paquete tecnológico tipo Revolución Verde para luego ser difundido como un bien público. La búsqueda de un equilibrio entre ambos objetivos no era fácil, más aun en un medio caracterizado por tal grado de heterogeneidades y con una precaria infraestructura.

De otra parte, las economías regionales experimentaron en pocos años enormes cambios de los cuales la agricultura no estuvo de ningún modo ausente. Los cambios más dramáticos ocurren en el ámbito demográfico: de 67.5 millones de habitantes en 1950, la población de la región alcanza los 448 millones en 1990, registrándose entre medio acelerados procesos de urbanización. La población urbana pasa de 41.2 a 73.3% entre los mismos años, mientras crecen rápidamente los sectores industriales y de servicios. Vinculado estrechamente a los acelerados procesos de urbanización emerge un importante sector agroindustrial que se convierte rápidamente en el demandante más importante de la producción primaria.

En este contexto, las demandas por tecnologías para los institutos de investigación agropecuaria (INIAS), se complejizaron muy rápidamente sin que hubiera de parte de estos capacidad de respuesta para atender al conjunto de problemas planteados. La crisis de los ochenta y los programas de ajuste implementados, en general, repercutieron negativamente sobre los presupuestos de los ministerios de agricultura y de las universidades y, por tanto, sobre los recursos asignados para la investigación. Paradojalmente, una de las políticas contempladas en los programas de ajuste, la promoción de exportaciones y en particular de las no tradicionales, planteó nuevas demandas por tecnologías modernas para la producción agropecuaria, esta vez no sólo en el plano de los rendimientos por hectárea, sino que también en cuanto a calidad, apariencia, contenido nutritivo de los alimentos, regularidad en la cosecha y otros factores similares.

Resultados de la operación de los institutos de investigación

Aun cuando la medición de impactos y rendimientos económicos de la investigación agropecuaria presenta dificultades, principalmente por la complejidad de aislar los efectos de otras variables, existe una gran cantidad de trabajos sobre el tema. Estudios realizados utilizando distintas metodologías coinciden en destacar la elevada rentabilidad de la investigación agrícola, medida esta a través de los impactos en empleo, divisas u otras variables relevantes, análisis costo-beneficio o bien por el cálculo de tasas internas de retorno económicas y financieras. En el caso de los países desarrollados, una recopilación de los principales estudios de impacto, muestra tasas de retorno que varían entre 21 y 97%, correspondiendo las cifras más significativas a situaciones registradas en Canadá, Japón y el Reino Unido (véase el cuadro 1).

Cuadro 1

ORGANIZACION DE COOPERACION Y DESARROLLO ECONOMICOS (OCDE): EVALUACIÓN DE
IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

País	Estudio		Actividad	Período	Tasa de retorno (%)
	Autor	año			
Australia	Duncan	1972	Mejoramiento de pasturas	1948 - 1969	58 - 68
Canadá	Fox y otros	1989	Airy	1968 - 1984	97
Canadá	Widmer y otros	1988	Vacunos	1968 - 1984	63
Canadá	Zachariah y otros	1988	Broilers	1968 - 1984	48
Finlandia	Sumelius	1987	Global	1950 - 1984	21 - 62
Alemania	Burian	1992	Global	1950 - 1987	21 - 56
Irlanda	Boyle	1986	Global	1963 - 1983	26
Japón	Hayami y Akino	1977	Hibridación de arroz	1932 - 1961	73 - 75
Nueva Zelanda	Scobie y Eveleens	1987	Global	1926 - 1984	15 - 66
Reino Unido	Thirtle y Bottmley	1988	Global	1950 - 1981	70
Estados Unidos	Huffman y Evenson	1992	Riego y ganadería	1949 - 1982	más de 45
Estados Unidos	Lyu, White y Lu	1984	Global	1949 - 1981	66 - 83

Fuente: Altston, Chalfant y Pardey, 1993, citado en S. Tabor (ed.), *Agriculture research in a era of adjustment: Policies, institutions, and progress*, Banco Mundial, Washington, D.C.

En lo que se refiere a América Latina, un trabajo realizado por Echeverría y otros (1990), presenta un resumen de los principales estudios de impacto realizados entre 1958 y 1990 en la región. Todos ellos, 34 en total, muestran rentabilidades bastante elevadas para la fase de investigación agrícola. En efecto, en promedio, la rentabilidad social de la inversión en investigación agrícola es del orden de 54%, esto es, cinco veces mayor que la tasa de retorno exigida por el Banco Mundial para sus proyectos, 2.5 veces mayor que la rentabilidad promedio de los proyectos agrícolas de esta misma institución, y alrededor de cuatro veces el costo del capital. Estudios a nivel de rubros específicos, confirman igualmente lo anterior. Un análisis hecho sobre cultivos en países en desarrollo, 102 de los cuales corresponden a trigo y 37 a arroz (Pinstrup-Andersen, 1982), concluyó que los aumentos en producción gracias al uso de las nuevas variedades de mayor rendimiento era del orden de 100% en trigo y 40% en arroz.

Otros trabajos más recientes en la región, tanto a nivel de países como de grupos de ellos, concluyen igualmente estimando rangos de rentabilidad elevados (Muchnick 1985; Evenson y da Cruz

1989; Seré y Jarvis 1990). Por otro lado un estudio sobre las fuentes de crecimiento de la producción agrícola realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (1981) en los ochenta, sugiere que el cambio tecnológico diferente del uso de insumos tradicionales, explica más de 40% del crecimiento del producto agrícola en los setenta y una cifra algo inferior en los años sesenta. El cuadro 2 muestra un resumen de los principales estudios de impacto para América Latina.

Finalmente, una investigación que agrega los resultados de 134 estudios sobre impacto de la investigación y la extensión agrícola en países desarrollados y en desarrollo (Evenson, 1992),¹ confirma nuevamente lo antes indicado. En casi la mitad de todos los casos la tasa social de retorno de las inversiones en investigación y extensión agrícola, fue superior a 50%; en 42% de ellos, entre 30 y 50%, y en el 13% de los casos restantes, inferior a 20%. Similares resultados se obtuvieron respecto de las inversiones en extensión agrícola. Respecto de esto último, cabe destacar que incluso cuando los servicios de extensión son poco eficientes, las externalidades generadas son considerables y benefician directamente a la comunidad rural en áreas como la educación y capacitación de adultos y el mejoramiento de las comunicaciones. Cabe destacar que los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas entre países desarrollados y en desarrollo.

Lo anterior no deja de ser notable frente a las dificultades que han debido enfrentar las instituciones de investigación. No obstante, el problema principal queda oculto por la heterogeneidad en la que se han realizado estas actividades, cual es la asimetría en la difusión de las innovaciones tecnológicas derivadas de la Revolución Verde. En efecto, el impacto de las nuevas tecnologías resultó muy asimétrico y los problemas que se esperaba resolver demostraron ser mucho más complejos que lo esperado. El segmento de la agricultura con las tierras de mejor calidad y con los productores más innovadores y con acceso a las nuevas tecnologías, logró incrementar notablemente su productividad. Como resultado de ello, y especialmente en el transcurso de las últimas décadas, se ha producido un notable aumento en el uso de fertilizantes y otros agroquímicos, así como en la adquisición de tractores, cosechadoras, implementos agrícolas y equipos de riego, elementos que junto a las semillas mejoradas componen el nuevo paquete tecnológico. Los antecedentes disponibles muestran que para el conjunto de la región el consumo de fertilizantes creció cerca de siete veces entre los años 1961-1963 y 1984-1985, en cuanto que el parque de tractores más que se triplicó en el mismo período.

La modernización asimétrica de la agricultura se reflejó en un notable aumento en los rendimientos de los principales cereales y leguminosas, en un incremento del área bajo cultivo y especialmente de la superficie destinada a ganadería. No obstante ello, los incrementos de productividad logrados en América Latina fueron inferiores a los conseguidos en otras regiones del mundo.

Esta situación aparece reflejada en el gráfico 1 que presenta la evolución de los rendimientos de los principales cereales en el período comprendido entre 1950 y 1985. Por contraste, otros cultivos como la papa, yuca y frijol, que fueron ajenos a la Revolución Verde, y que son la base productiva y alimentaria de importantes sectores campesinos, muestran en América Latina un estancamiento e incluso una regresión.

¹ Evenson ha examinado la contribución de la investigación y la extensión agrícola al crecimiento económico. Para ello, examinó los resultados de 134 estudios sobre el impacto de estas dos actividades sobre el comportamiento del sector.

Cuadro 2

AMERICA LATINA: ESTIMACIONES DEL RETORNO DE INVERSIONES EN INVESTIGACION Y EXTENSION AGRICOLA, 1958-1990

Estudio a/	Año	País (región o instituto)	Producto básico	Período	Método b/	Resultados c/ (tasa de retorno)
Ayer	1970	Brasil (Sao Paulo)	Algodón	1924-1967	ES	77%
Barletta	1970	México	Cultivos trigo	1943-1963	EC	45%-93%
					ES	90%
Elías (revisado por Cordoni)	1971 1989	Argentina (EEAT-Tucumán)	Caña de azúcar	1943-1963	EC	33%-49% -incluye extensión
Hines	1972	Perú	Maíz	1954-1967	ES	35%-40% y 50%-55 incluyendo cultivos
Patrick y Kehrberg	1973	Brasil (Este)	Agregado	1968	EC	No existe una estimación significativa de retornos por extensión (número de contactos entre campesinos y extensionistas).
Del Rey (revisado por Cordoni)	1975 1989	Argentina (EEAT-Tucumán)	Caña de azúcar	1943-1964	EC	35%-41% -incluye extensión.
Monteiro	1975	Brasil	Cacao	1923-1985	ES	19%-20%
Fonseca	1976	Brasil	Café	1933-1995	ES	23%-27% y 17%-22 cuando incluye extensión.
Hertford et al.	1977	Colombia	Arroz Soya Trigo Algodón	1957-1980 1960-1980 1927-1976 1953-1972	ES	60%-82% 79%-96% 11%-12% 0%
Wennergren y Whittaker	1977	Bolivia	Ovinos Trigo	1966-1975	ES	+ 44% a - 48%
Scobie y Posada	1978	Colombia	Arroz	1957-1964	ES	79%-96%
Moricochi	1980	Brasil (Sao Paulo)	Cítricos	1933-1985	ES	18%-28%
Avila	1981	Brasil Rio Grande del Sur Centro Costa norte Costa sur Frontera	Arroz regado	1959-1978	ES	Incluye extensión. 83%-119% 83%-87% 92%-107% 11%-115% 114%-119%
Cruz et al	1982	Brasil	Capital físico Inversión total	1974-1981 1974-1992	ES	53% 22%-43%
Evanson	1982	Brasil	Agregado	197?-1974	EC	69%

Estudio a/	Año	País (región o instituto)	Producto básico	Período	Método b/	Resultados c/ (tasa de retorno)
Ribeiro	1982	Brasil (Minas Gerais)	Agregado Algodón Soya	1974-1994	ES	69% 48% 36%
Yrarrázaval et al.	1982	Chile	Trigo Maíz	1949-1977 1940-1977	ES	21%-28% 32%-34%
Avila et al.	1983	Brasil (EMBRAPA)	Capital humano	1974-1996	ES	22%-30%
Cruz y Avila	1983	Brasil (EMBRAPA)	Agregado	1977-1991	ES	38% (20% para un proyecto EMBRAPA-IBRD en 1977-1982)
Martínez y Sañ	1983	Panamá (IDIAP-Caisan)	Maíz (investigación en el campo)	1979-1982	ES	188%-332%
Ambrosi y Cruz	1984	Brasil (EMBRAPA-CNPT)	Trigo	1974-1990	ES	59%-74% (40% incluyendo el capital físico)
Feijóo (revisado por Cordomí)	1984 1989	Argentina (INTA)	Agregado	1950-1980	EC	41% -incluye extensión
Pinazza et al.	1984	Brasil (Sao Paulo)	Caña de azúcar	1972-1982	ES	35%
Roessing	1984	Brasil (EMBRAPA-CNPS)	Soya	1975-1982	ES	45%-62%
Silva	1984	Brasil (Sao Paulo)	Agregado		EC	60%-102% -incluye extensión
Ayres	1985	Brasil Paraná Río Grande del Sur Santa Catarina Sao Paulo	Soya	1955-1983	ES	46%-69% -incluye extensión 51% 51%-53% 29%-31% 23%-24%
Muchnik	1985	América Latina	Arroz	1968-1990		17%-44%
Norton et al	1987	Perú (INIPA)	Agregado Arroz Maíz Trigo Papas Porotos	1981-2000	ES	17%-38% incluye extensión. Incluye evaluación ex post. 17%-44% (1981-1987) y una evaluación ex ante (1987-2000) 10%-31% 18%-36% 22%-42% 14%-24%
Echeverría et al.	1988	Uruguay	Arroz	1965-1985	ES	52% -incluye extensión y RD privado
Luz Barbosa	1988	Brasil (EMBRAPA)	Agregado	1974-1997	ES	40%

Estudio a/	Año	País (región o instituto)	Producto básico	Período	Método b/	Resultados c/ (tasa de retorno)
Evenson y da Cruz	1989	América del Sur (PROCISUR)	Trigo Soya Maíz	1979-1988	ES	110% Mide el impacto de una red de investigación entre los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. 179% 191%
Seré y Jarvis	1990	América Latina	Pastos	1987-2037	ES	Estudio ex ante asumiendo una economía cerrada; 15-20% de retorno asumiendo un atraso de 11 años sobre los beneficios, una estimación más baja con sustitución avícola, una estimación más alta sin tasas de retorno sobre 100% cuando los beneficios comienzan en el año 1 (sin atraso).

a/ En orden cronológico y alfabético.

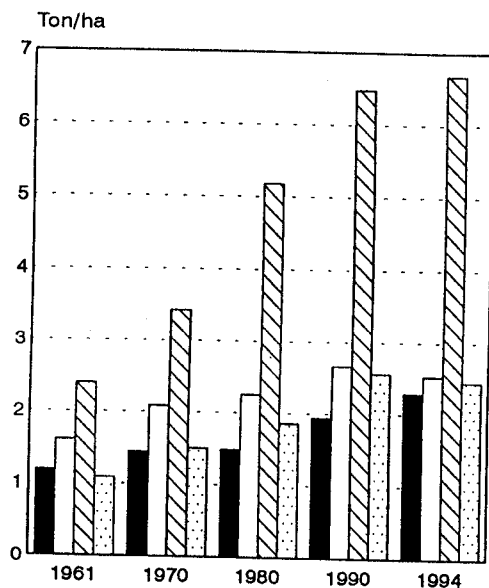
b/ Método utilizado: ES = excedente económico EC = econométrico

c/ Dependiendo del estudio, se refiere a tasas de retorno promedio o marginales. Más de un valor significa un rango de retorno que depende de diferentes suposiciones o períodos de análisis diferentes. Los resultados fueron redondeados. Los resultados de pruebas de sensibilidad sobre varios parámetros de los modelos no se presentan en este cuadro.

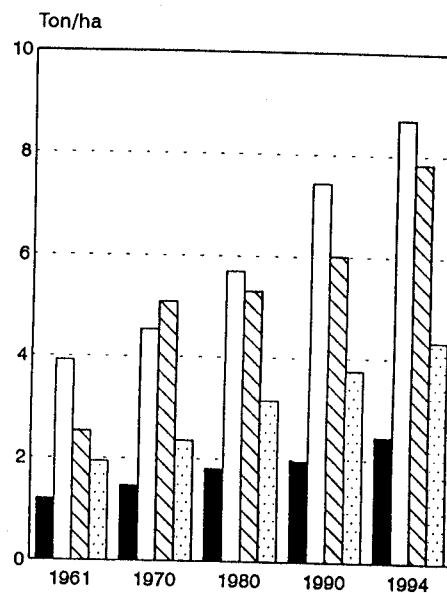
Gráfico 1

PRODUCTIVIDAD DE ALGUNOS CULTIVOS EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO

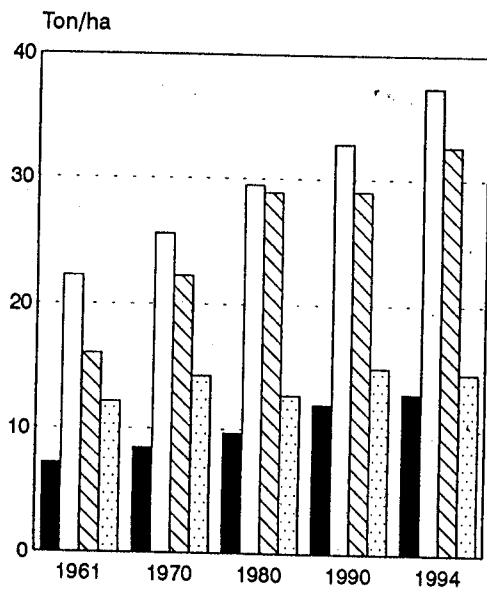
Trigo



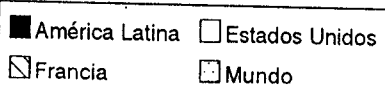
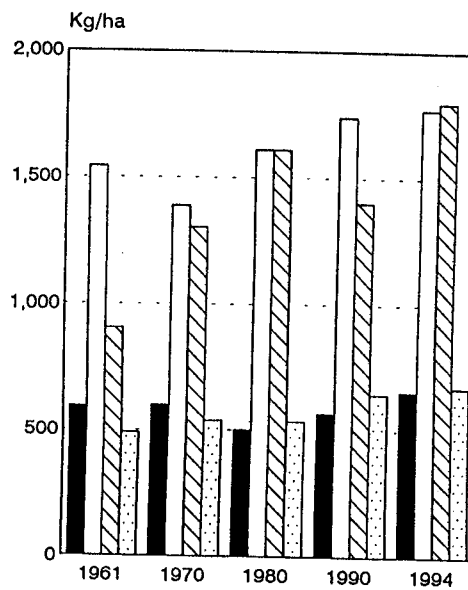
Maíz



Papas



Frejol



Como queda de manifiesto, aun cuando la modernización agrícola vía Revolución Verde ha sido asimétrica, sus resultados inciden sobre el conjunto de la actividad elevando los promedios de las productividades. Antecedentes disponibles para la región en el período antes indicado, muestran incrementos de importancia en la productividad promedio de la tierra y el trabajo, tal como puede apreciarse en el cuadro 3, aunque éstos se encuentran por debajo de otras regiones como Corea y Japón, Europa, los Estados Unidos y Canadá.

Cuadro 3

SENDEROS TECNOLÓGICOS DE LA AGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL

(Dólares internacionales de 1980)

	Corea y Japón	Europa	Estados Unidos y Canadá	América Latina y el Caribe	Africa
Productividad de la fuerza de trabajo (1)					
1970	473	1 904	11 571	1 058	329
1990	1 140	4 747	22 561	1 588	345
Productividad de la tierra de labranza (2)					
1970	974	450	218	332	225
1990	1 470	577	317	428	293
Relación de hectáreas de labranza por trabajador (3)					
1970	0.5	4.2	53.1	3.2	1.5
1990	0.8	8.2	71.3	3.7	1.2
Tasa de crecimiento anual 1970-1990 %					
(1)	4.5	4.7	3.4	2.1	0.2
(2)	2.1	1.3	1.9	1.3	1.3
(3)	2.4	3.4	1.5	0.8	-1.1

Fuente: Elaborado por P. Tejo, Unidad de Desarrollo Agrícola de la CEPAL sobre la base de datos de la FAO, presentados como promedios trienales.

En cereales, el impacto del cambio tecnológico se puede apreciar a través del crecimiento de la producción y de los factores que explican este fenómeno. Entre 1966 y 1990 el aumento de los rendimientos incidió más que el aumento de área. Esta tendencia se acentuó notablemente entre 1982 y 1990, período este en que la tasa de crecimiento de la producción cae, la tasa de crecimiento del área sembrada se hace negativa y paralelamente los rendimientos siguen incrementándose. El gráfico 2 registra esta situación para Asia, América Latina, África Subsahariana y para las economías de mercado desarrolladas. Como se puede ver, en el último caso el fenómeno anotado es mucho más pronunciado, puesto que las tasas de incremento del área se hacen más negativas y la de aumento de los rendimientos se incrementan a niveles significativamente superiores a las otras regiones.

A un nivel de agregación mayor, Philip G. Pardey y Johannes Roseboom (1988), relacionaron los gastos en investigación agrícola y transferencia de tecnología con la productividad de la tierra y del trabajo durante el período 1960-1985 que corresponde al de mayor difusión del paquete tecnológico de la Revolución Verde. De un grupo de 110 países en total, de los cuales 90 son países en desarrollo, hechos los ajustes por variaciones en la calidad de la tierra, y tomando el valor bruto de la producción para medir la productividad, se obtuvieron los siguientes resultados: tanto la productividad de la tierra como del trabajo, aumentaron en Asia del este y norte de África, Europa, y el grupo conformado por Australia, Canadá y los Estados Unidos. Similar comportamiento se pudo apreciar para Asia del Pacífico y América Latina y el Caribe, aun cuando se observó un estancamiento a fines de la década del sesenta y comienzos de los setenta. El caso más dramático de retroceso se produjo en el grupo de países África Subsahara.

Al respecto cabe señalar que la experiencia de las últimas décadas indica que aun cuando la modernización tecnológica ha demostrado ser una poderosa herramienta para mejorar la productividad y la producción, ello no se traduce necesariamente en la superación del atraso y la pobreza, ya que problemas de orden estructural pueden limitar seriamente las potencialidades de las nuevas tecnologías.

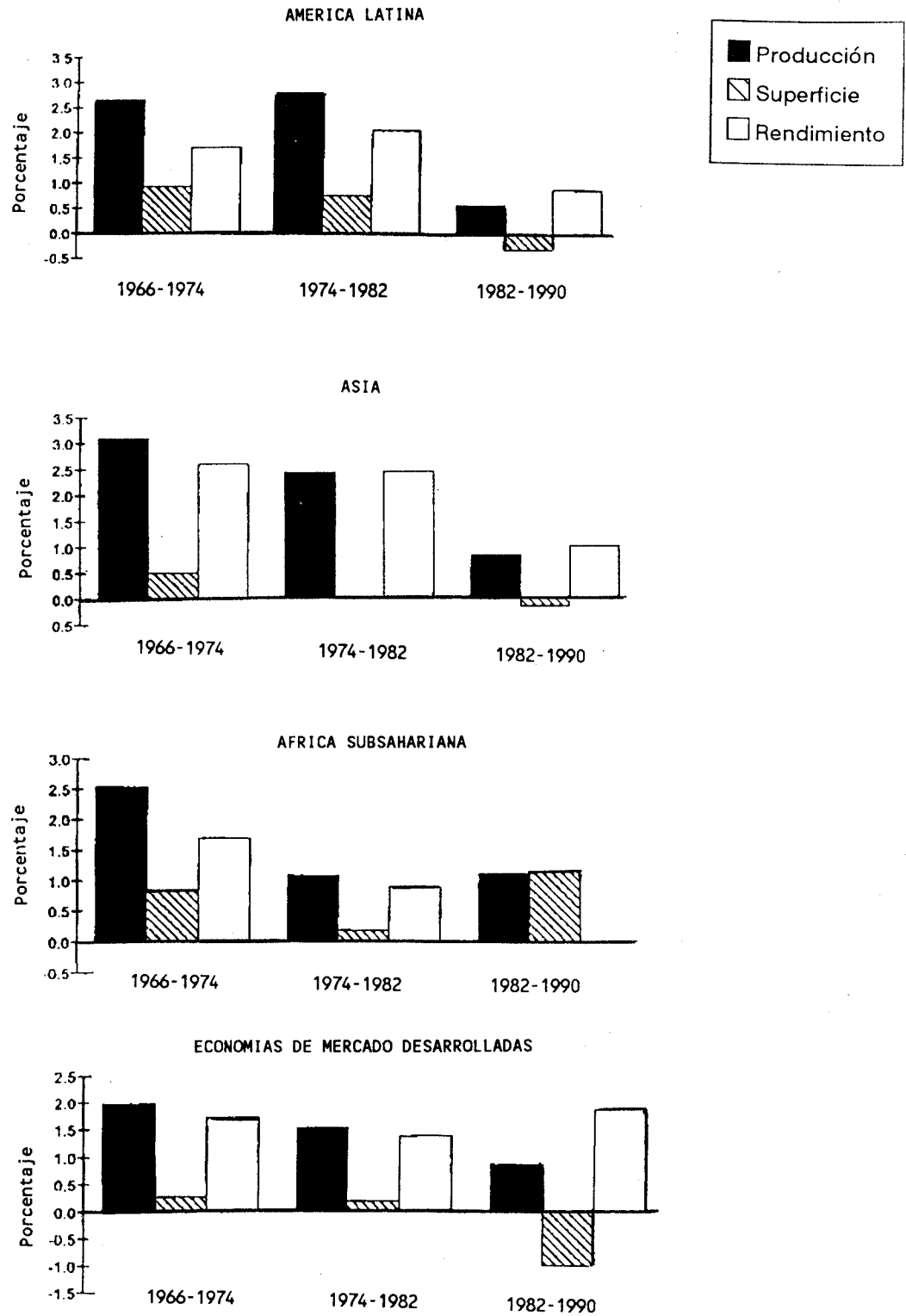
Algunas cuestiones conceptuales

Para los efectos de este trabajo, se entiende por sistema nacional de innovación en la agricultura a la organización institucional que permite juntar y articular distintas capacidades relativas a informaciones, conocimientos, destrezas, equipos, recursos financieros y otros, ubicadas en distintas entidades a fin de hacer posible los procesos de innovación y acumulación de capacidades tecnológicas (Nelson, 1993; Katz, 1993; Niosi y otros, 1993, Bisang, 1994).

De acuerdo a lo anterior, el sistema nacional de innovación agrícola se refiere a un conjunto de actores y de arreglos organizativos, conductas, conocimientos y normas que posibilitan la vinculación efectiva entre ciencia, tecnología, producción y mercado, y a partir de allí, la puesta en marcha de los procesos de generación, adaptación y difusión y utilización de innovaciones (Lindarte, 1994).

Gráfico 2

FUENTES DE AUMENTO DE LA PRODUCCION DE CEREALES, 1966-1990



La innovación entendida como los cambios que ocurren a nivel de la empresa productiva en términos de integrar oportunidades económicas y de conocimientos a fin de darle a ésta ventajas, tiene sus raíces como concepto en los trabajos Schumpeter en 1934.² Por su parte, las innovaciones pueden ser técnicas, institucionales o económicas. En la actualidad las innovaciones que presentan el mayor dinamismo son las de carácter técnico, ya que se refieren a nuevos procesos de producción, nuevos productos y la utilización de nuevas técnicas. Su implementación puede afectar tanto los costos de producción como la productividad y por tanto los precios. Aun cuando los costos como la productividad sean esenciales para la competitividad, actualmente gran parte de las innovaciones técnicas se dirigen a factores diferentes a precios —cuestión particularmente válida en la agricultura—, tales como regularidad en la producción, calidad, características del producto, períodos de cosecha y otros.

Entre las innovaciones relativas al ámbito institucional, éstas comprenden cambios en la organización de la empresa o institución y en su gestión, tanto al interior como respecto de las políticas y los mercados. En los últimos años, y como consecuencia de la búsqueda de una mayor eficiencia en el uso de los recursos cada vez más escasos, estas últimas innovaciones han tenido lugar especialmente en los institutos de investigación de los países de la región.

Los sistemas nacionales de innovación agrícola de los países de la región

a) Aspectos generales

Como hipótesis general se puede plantear que las instituciones creadas fueron una respuesta a los desafíos planteados por el modelo prevaleciente. De acuerdo a ello, en sus orígenes, los INIAS fueron llamados a aumentar la productividad de la agricultura sobre la base de una tecnología nueva, rentable y de altos rendimientos, en el contexto de un modelo de sustitución de importaciones. Dicha tecnología en ese cuadro tenía las características de un bien público y podía responder a las necesidades de determinados grupos de productores que tuvieran tierra y agua en cantidad y calidad compatibles con las exigencias de una mecanización y utilización de agroquímicos en forma intensiva.

En algunos casos y en forma aún incipiente, se ha desagregado el paquete tecnológico de la Revolución Verde, desarrollando tecnologías orientadas específicamente a los pequeños productores. La falta de crédito adecuado a las condiciones de éstos, y no de conocimientos, ha constituido una seria barrera a la incorporación de las nuevas tecnologías (Figueroa, 1986). El agotamiento del modelo y los profundos cambios registrados, han cambiado el perfil de las demandas por tecnología y las exigencias sobre los INIAS, así como también las condiciones bajo las cuales estos operan. En este sentido se puede decir que cada fase de desarrollo tiene su perfil productivo y tecnológico específico (Hirschman, 1968) y dentro de este último, un conjunto de instituciones con objetivos y formas de organización específicas. En ese cuadro es posible entender mejor el tipo de dificultades que enfrentan los INIAS en la actualidad.

² Theodore W. Schultz (1963) planteó la importancia de la modernización de la agricultura como requisito del desarrollo. En su libro titulado justamente "La modernización de la agricultura", sostiene la necesidad de generar una oferta de tecnologías modernas y rentables en un contexto de precios eficientes para dar lugar a un proceso de modernización en el sector.

De todos modos es necesario recordar que la creación de los INIAS a partir de los años cincuenta, tuvo como fuente inspiradora el modelo norteamericano basado en las *Land Grant Universities* y que la transferencia no correspondió exactamente al modelo original. En efecto, sobre la base de las *Land Grant Universities* y sus estaciones experimentales, se agregaron otras instituciones vinculadas a la problemática de la modernización de la agricultura. Otras universidades con capacidades en la materia y el USDA, junto con organizaciones de los productores y de otros grupos privados, especialmente y en forma creciente de la agroindustria, configuraron una trama de instituciones interrelacionadas a través de diversos vínculos, lo que en el marco de las regulaciones federales y estatales dieron lugar a un sistema de innovación agrícola de gran complejidad.

La transferencia de este modelo a la región fue parcial en el sentido de que se crearon institutos de investigación agropecuaria a nivel nacional, mientras que en los Estados Unidos eran a nivel de estados y cada uno con varias estaciones experimentales, lo que le daba una vinculación más directa con la problemática agrícola regional. Adicionalmente y a diferencia de lo ocurrido en los Estados Unidos, los institutos de investigación fueron por largo tiempo y salvo algunos pocos casos, prácticamente las únicas instituciones dedicadas a la investigación y muchas veces también a la difusión de los resultados. Posteriormente, y en la medida que se entrenaban especialistas a través de la ejecución de programas bilaterales para este efecto, las universidades más importantes de varios países adquirieron capacidades sobre investigación agropecuaria.

Con todas las limitaciones anotadas anteriormente en cuanto a la diversidad de demandas que debieron enfrentar los institutos nacionales de investigación agropecuaria, estos han logrado en alta medida difundir el paquete tecnológico de la Revolución Verde, como lo muestran los estudios de impacto efectuados y a los que ya se ha aludido anteriormente. Durante los años sesenta y los setenta, los INIAS son el eje central de la innovación agrícola y, de hecho, operan como un sistema a nivel nacional a través de sus estaciones experimentales repartidas en el territorio nacional. A esta tarea se agregan las universidades con capacidades en la materia y, en algunos pocos casos, instituciones del sector privado más dinámico y organizado. La crisis de los años ochenta y la creciente complejización del entorno económico y social, marca un punto de cambio en esta situación; disminuyen las partidas asignadas a la investigación agrícola y a la difusión de resultados, se eliminan algunos servicios, se privatizan otros, aparecen nuevos actores desde el sector privado y de organizaciones no gubernamentales, determinadas universidades asumen un papel más activo, y por último, se ensayan profundos cambios en la organización y gestión de los INIAS.

A la presencia de los INIAS y de los centros internacionales y regionales de investigación agropecuaria ya existentes,³ se agregan instituciones del sector privado para líneas de productos como el café y la caña de azúcar, fundaciones de investigación y de mejoramiento de innovaciones, programas cooperativos e incluso más recientemente bolsas de productos agropecuarios como en el caso del Ecuador, todo lo cual configura un escenario mucho más diversificado. A pesar de ello, sin embargo, el peso e influencia de los INIAS sigue siendo predominante; en 1992-1993, excluyendo las universidades y las empresas comerciales privadas, los INIAS concentraban 77% del total de los investigadores agrícolas de América Latina y 56% de los recursos gastados en la actividad (Lindarte, 1993). Dada la incidencia de los INIAS en las actividades de investigación y difusión de tecnología agrícola a nivel de cada país, se estima válido examinar su evolución como un proxi cercano del

³ Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Centro Internacional de la Papa (CIP), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

sistema nacional de innovación, ilustrando, cuando sea posible, la participación de los otros agentes que participan en esta actividad.

Las grandes transformaciones ocurridas en las últimas décadas en el ámbito demográfico, la crisis de los años ochenta y la implementación de severos programas de ajuste y las crecientes exigencias de una mayor eficiencia en el uso de los recursos asignados y de obtener resultados concretos en el menor tiempo posible, plantean un nuevo y complejo cuadro de desafíos para la modernización de la agricultura.

Un análisis de la evolución de los recursos y del personal de investigadores contratados por los INIAS, permite identificar tres grandes períodos (Lindarte, 1994). Desde la creación en 1956 del primer instituto nacional de investigación agropecuaria, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentina, se inicia una fase de crecimiento y expansión de los INIAS que va hasta 1970. En este período, que crecen tanto los recursos asignados para investigación como el número de investigadores, se crean INIAS en Ecuador, México, Colombia, Perú y Chile. En este primer período el trabajo de los INIAS se dirige a la difusión del paquete tecnológico Revolución Verde, por lo cual se establecen relaciones con los productores más dispuestos a la innovación y que poseen las mejores tierras. El cuadro 4 muestra el conjuntos de INIAS creados en los países de la región con su año de fundación.

Cuadro 4

AMÉRICA LATINA: FECHAS DE CREACIÓN DE LOS INIAS

INTA	Argentina	1956	INIFAP	México	1987
IBTA	Bolivia	1976	INTA	Nicaragua	1976, 1993
EMBRAPA	Brasil	1973	IDIAP	Panamá	1975
ICA	Colombia	1962	SIPA	Perú	1963
INIA	Chile	1964	INIA	Perú	1979, 1993
INIAP	Ecuador	1959	INIPA	Perú	1981
CENTA	El Salvador	1993	INIAA	Perú	1987
ICTA	Guatemala	1973	INIA	Uruguay	1989
INIA	México	1961	FONAIAP	Venezuela	1976

Fuente: Eduardo Lindarte, "Los institutos nacionales de investigación agropecuaria: Apuntes sobre su papel y evolución", IICA, 1994.

Una segunda fase corresponde a la década de los setenta en que se establecen los INIAS Brasil, Guatemala, Panamá, Bolivia, Venezuela y Nicaragua (véase nuevamente el cuadro 4). En este período los gastos destinados a investigación aumentan menos rápidamente que el número de investigadores. La última fase corresponde a la década de los ochenta a la actualidad. En este período domina una tendencia contractiva primero con una caída de los recursos y luego con una caída de los recursos y del número de investigadores. Dadas las dificultades derivadas de estas restricciones,

se ensayan y se implementan diversas reformas de organización y de gestión, las que en general no logran dar cuenta de los problemas de fondo que experimentan los INIAS.

A medida que los recursos se contraían y el número de investigadores se congelaba o disminuía, crecían paralelamente las responsabilidades de los INIAS. Ello se puede apreciar por el número de especies sobre las cuales se realiza investigación y en los distintos sistemas agroecológicos sobre los que empezaron a operar nuevas estaciones experimentales. En América Central un estudio realizado sobre este aspecto (Lindarte, 1990), pone de relieve que el número de centros y estaciones experimentales creció en más del doble al pasar de 27 a 58 entre el momento en que se establecieron y 1978 y luego aumentaron aún más llegando a un total de 78 en 1989. Adicionalmente, nuevas disciplinas como la biotecnología ha ampliado significativamente el espectro de las investigaciones realizadas, así como también la incursión en campos nuevos tales como la economía agraria, la ingeniería agrícola y otras áreas del conocimiento.

Cuadro 5

INIAS: NÚMERO DE ESPECIES BAJO INVESTIGACIÓN EN 1993

	Anuales	Perennes	Forestales	Pastos	Terrestres	Acuáticas	Total
INTA	45	36	9	34	27	-	151
IBTA	12	5	3	10	7	-	37
EMBRAPA	25	12	5	10	7	-	59
INIA/Chile	30	32	-	20	4	-	86
ICA	27	18	-	-	8	-	53
INIAP	20	8	-	12	2	-	42
CENTA	4	6	-	15	5	-	30
ICTA	7	13	-	12	3	-	35
INIFAP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
IDIAP	22	12	-	15	5	-	54
INIA/Perú	27	20	5	11	9	-	72
INIA/Uruguay	27	19	4	28	4	-	82
FONAIAP	27	9	-	8	5	12	61

Fuente: Eduardo Lindarte, "Los institutos nacionales de investigación agropecuaria: Apuntes sobre su papel y evolución", IICA, 1994.

Cuadro 6

NÚMERO DE CENTROS Y ESTACIONES SEGÚN
ZONA AGROECOLÓGICA Y SUBREGIÓN

Sistemas agroecológicos	Número de centros y estaciones experimentales			
	Area sur	Area andina	Area central	Total
Trópico árido y semiárido	3	10	2	15
Trópico cálido subhúmedo	5	11		16
Trópico cálido húmedo	5	17	4	26
Trópico frío		6		6
Subtrópico cálido, árido y semiárido con lluvias de verano	8	1	1	10
Subtrópico cálido subhúmedo con lluvias de verano	2			2
Subtrópico cálido/frío húmedo con lluvias de verano	7	1		8
Subtrópico frío con lluvias de verano	4	4	2	10
Subtrópico frío con lluvias de invierno	11			11
Otras no clasificadas		13		13
TOTAL	45	63	9	117

Fuente: Eduardo Lindarte, "Los institutos nacionales de investigación agropecuaria: Apuntes sobre su papel y evolución", IICA, 1994.

b) Investigadores y recursos asignados para investigación ⁴

Las cifras sobre el número de investigadores varían notablemente según las fuentes consultadas. La base de datos del Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional, (ISNAR, 1990) muestra que alrededor de 11 000 científicos e investigadores trabajan en los sistemas nacionales de investigación agrícola de veinte países de América Latina y el Caribe para los que se dispone de información. La cifra corresponde a los organismos públicos de investigación, usualmente los INIAS, y en algunos casos a las universidades, razón por la cual esta debería aumentar al considerar otras instituciones del sector público o semipúblico, otras universidades, fundaciones, organizaciones no gubernamentales, y organismos pertenecientes al sector privado, cuya participación ha crecido sensiblemente en los últimos años. De otro lado y de acuerdo a estas fuentes, entre 60 y 70% de los investigadores corresponde a graduados y 30 o 40%, a especialistas con calificación a niveles de maestrías y doctorados.

Brasil, con unos 3 861 especialistas, es el país con el mayor número de investigadores en el área agrícola. Cuba con 2 191 investigadores, se sitúa en segundo lugar, y a continuación aparecen Argentina y México, con poco más de 1 000 científicos cada uno. Luego aparece otro grupo de países (en orden de importancia Colombia, Venezuela, Chile, Perú y Ecuador) que tienen entre 200 y 500

⁴ Los antecedentes corresponden a investigadores y gastos relacionados con sus actividades desarrolladas en instituciones públicas y semipúblicas. Se excluye el personal administrativo y sus gastos. En recursos para investigación, se consideran los presupuestos efectivamente ejecutados.

investigadores agrícolas. A continuación siguen Bolivia, Panamá, República Dominicana, Guatemala, Costa Rica, Paraguay y El Salvador, países que tienen entre 100 y 200 personas calificadas en sus sistemas científicos y tecnológicos agrícola público. En último lugar aparecen Uruguay, Honduras, Nicaragua y Haití, con menos de 100 investigadores y científicos.

Estudios más recientes focalizados en los INIAS (Lindarte, 1994), muestran que para doce países de la región, entre los cuales no hay ninguno del Caribe, el número total de investigadores alcanza a los 6 827 (véase el cuadro 7). De éstos, 16% tiene calificación a nivel de doctorado y superiores, 38% posee grados de Maestría, y el 46% restante, corresponde a investigadores con grados de ingenieros agrónomos y veterinarios. Los INIAS de Brasil, México y Argentina concentran la mayor proporción de investigadores, y en el primer caso, el mayor número de especialistas con grado de doctorado (31% del total). Al examinar la evolución del número de investigadores en la última década, el cuadro revela que los INIAS de Chile, Guatemala y Perú son los únicos que registran una disminución, correspondiendo la más acentuada de ellas al caso de Chile.

Cuadro 7

LOS INIA: EVOLUCIÓN DEL PERSONAL DE INVESTIGACIÓN, 1983 Y 1992

País	INIA	Investigadores en 1983				Investigadores en 1993					
		Total	con MS.c		con Ph.d		Total	con MS.c		con Ph.D	
			Nº	%	Nº	%		Nº	%	Nº	%
Argentina	INTA	1 005	138	13.7	31	3.1	1 015	191	18.9	54	5.4
Bolivia	IBTA	104	31	29.8	2	1.9	115	16	13.9	3	2.6
Brasil	EMBRAPA	1 609	986	61.3	268	16.7	2 088	1 128	54.0	645	30.8
Chile	INIA <u>a/</u>	274	64	23.4	41	15.0	162	64	39.6	23	14.2
Colombia	ICA <u>b/</u>	373	165	44.2	36	4.7	422	175	41.4	75	17.7
Ecuador	INIAP	232	58	25.0	5	2.2	238	65	27.3	1	4
Guatemala	ICTA	176	21	11.9	2	1.1	164	28	17.0	2	1.2
México <u>c/</u>	INIFAP	1 440	331	23.0	113	8.0	(1 716)	(888)	(51.8)	(265)	(15.4)
Panamá	IDIAF	135	32	23.7	8	12.5	124	39	31.4	10	8.0
Perú	INIA	273	30	11.0	4	1.5	153	15	9.8	5	3.2
Uruguay	INIA	80	18	22.5	0	0	126	46	36.5	5	3.9
Venezuela	FONAIAP	383	135	35.2	18	5.6	504	228	45.2	25	4.9
Totales		6 084	2 009	33.0	528	8.7	6 827	2 585	37.9	1 084	15.9

Fuente: Philip G. Pardey y Johannes Roseboom, "A global evaluation of national agricultural research investments: 1960-1985", en *The Changing dynamics of global agriculture. A seminar/workshop research policy implications on national agriculture research system*, ISNAR, 22/28 septiembre, 1988; E. Alarcón y E. Calles, "Planeación, seguimiento y evaluación del INIFAP, México", en R. Novoa y D. Horton (eds.), *Administración de la investigación agropecuaria. Experiencias en las Américas*, ISNAR/PROCADI, Santafé de Bogotá, 1994; IICA, "Inventario Institucional para 1992", 1993.

a/ Los datos de 1983 corresponden al INIA más personal de cuatro universidades considerando un tercio de su tiempo dedicado a investigación.

b/ Los datos totales para el país se refieren a ICA con CENICAÑA. Aparte se indica el subtotal correspondiente a ICA. Para obtener los números de investigadores con posgrado se aplicó a este subtotal los porcentajes respectivos correspondientes al conjunto combinado.

c/ a) Los datos de México son para 1981 y comprenden los correspondientes al INIA, INIP e INIF los cuales integran posteriormente el INIFAP. Los del segundo período entre paréntesis, corresponde a datos del IICA para 1989.

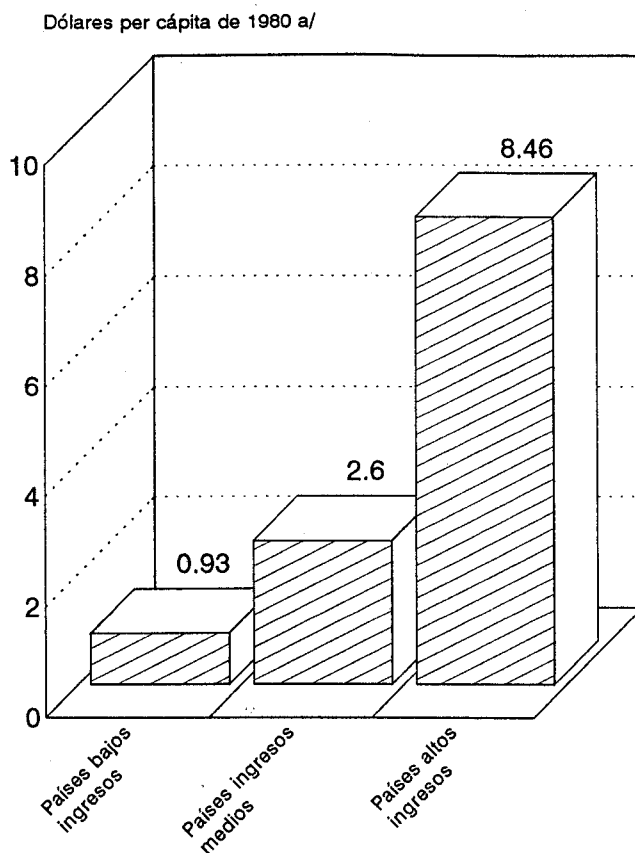
b) El personal con posgrados de INIP e INIF se estimó aplicando los porcentajes de INIA.

c) Recursos asignados para la investigación agropecuaria

Como es esperable, existe una gran dispersión en el gasto en investigación agrícola realizado en el mundo desarrollado y los países en desarrollo. Los primeros gastan casi diez veces más que los segundos con este fin tal como se puede apreciar en el gráfico 3 que muestra el gasto en investigación agrícola expresado en términos per cápita a dólares de 1990. Un grupo de países de ingresos medios, se sitúa también muy por debajo de los países desarrollados, confirmando de este modo la importancia que se le asigna a este fin. De otra parte, debe considerarse que aun cuando dicho gasto es elevado en términos absolutos, resulta bastante modesto al compararlo con otras partidas para el sector, como por ejemplo, las destinadas a subsidios directos e indirectos. En efecto, en los Estados Unidos se asignan unos dos mil millones de dólares para investigación agrícola pública, cifra que es una pequeña fracción de los gastos realizados en programas de apoyo a los productores agrícolas, manejo de excedentes y los programas de promoción de exportaciones.

Gráfico 3

RECURSOS ASIGNADOS PARA LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA



a/ Expresado en paridad de poder de compra.

El cuadro 8 provee las cifras del gasto público en investigación agropecuaria expresados en millones de dólares de 1985 para algunos países de la OCDE. Estados Unidos y Japón son de lejos los países que efectúan los gastos más elevados, seguidos por Australia, Italia y Alemania. Al examinar la evolución de las partidas, se puede apreciar que los mayores incrementos corresponden a España, Italia y Francia.

Por su parte, el cuadro 9 muestra la intensidad del gasto en investigación agrícola que se realiza en los países de la OCDE, medido éste como una proporción del producto agrícola. Como puede verse, Canadá y Australia son los países que encabezan el listado, seguidos por el Reino Unido y bastante más atrás por los Estados Unidos. Llama la atención que España e Italia, que son los países que más han incrementado las partidas para investigación agrícola, presentan en cambio una intensidad que está entre las más bajas de todo el grupo de países.

Cuadro 8

PAÍSES SELECCIONADOS DE LA OCDE: GASTO EN INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA, 1970-1990
(Millones de dólares de 1985)

País	1970	1980	1985	Ultimo año	Tasa de crecimiento (%)		
					1970/1980	1980/1985	1970/1985
Australia	242	330	404	415	3.1	4.2	3.5
Austria	19	20	23	-	0.6	2.3	1.1
Bélgica	26	46	-	44	5.7	-	-
Canadá	351	421	565	-	1.8	6.1	3.2
Francia	143	245	276	374	5.5	2.4	4.5
Alemania	272	277	286	256	0.2	0.6	0.3
Italia	85	123	267	378	3.7	16.9	7.9
España	14	73	114	186	17.6	9.3	14.7
Japón	788	1090	1171	1123	3.3	1.4	2.7
Nueva Zelanda	63	97	-	101	4.5	-	-
Inglaterra	307	352	357	253	1.4	0.3	1.0
Estados Unidos	1 387	1 715	1 913	2 033	2.2	2.2	2.2

Fuente: Steven R. Tabor (ed.), *Agricultural research in an era of adjustment: policies, institutions and progress*, Banco Mundial, Washington, D.C., 1995.

Cuadro 8

PAÍSES SELECCIONADOS DE LA OCDE: INTENSIDAD DEL GASTO EN INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA a/

(Porcentajes)

País	1970	1980	1985
Australia	3.4	3.5	5.0
Austria	0.5	0.6	0.9
Bélgica	1.1	2.2	-
Canadá	4.4	3.4	5.3
Francia	0.5	1.0	1.1
Alemania	1.6	2.0	2.3
Italia	0.3	0.4	1.0
España	0.1	0.5	0.8
Japón	1.8	2.7	2.8
Nueva Zelanda	2.1	3.1	-
Inglaterra	2.4	3.3	3.8
Estados Unidos	1.9	1.9	2.2

Fuente: Steven R. Tabor (ed.), *Agricultural research in an era of adjustment: policies, institutions and progress*, Banco Mundial, Washington, D.C., 1995

a/ Intensidad del gasto en investigación agrícola: Gasto en investigación agrícola/Producto agrícola.

Por su parte, agencias internacionales especializadas, han establecido parámetros recomendables respecto del gasto en investigación agrícola. El Banco Mundial, por ejemplo, recomienda destinar para este propósito entre 1 y 2% del PGB agrícola. En la región, sin embargo, países como Bolivia asignan a este propósito menos de 0.1% del PGB (De Franco y Godoy, 1993).

Una comparación de los gastos realizados en investigación agrícola, revela que no obstante lo anterior, América Latina y el Caribe mejoraron su posición respecto de otras regiones del mundo. En efecto, los gastos reales en investigación agrícola realizados por entidades gubernamentales, crecieron 2.7 veces entre 1960 y 1985 pasando de 2 670 millones de dólares a 7 260 millones. Dentro de estos totales, el mundo en desarrollo aumentó su participación, pasando América Latina y el Caribe de 7 a 10% del total en el período indicado.

La revisión de los antecedentes disponibles para la región, ponen de relieve también una gran dispersión entre países para el gasto en investigación agrícola. Brasil, México y Argentina figuran en los primeros lugares, seguidos de Venezuela, Colombia y Uruguay. Al comparar estas cifras con las de países de reciente desarrollo, llama la atención la similitud de lo asignado para investigación agropecuaria en Corea y Venezuela, y el hecho de que en la agricultura coreana se han logrado notables incrementos en los rendimientos de sus principales cultivos, especialmente del arroz, componente esencial de la dieta alimentaria de ese país.

Tanto o más importante que los gastos en investigación agrícola, son los que se aplican para difundir los resultados de la investigación. Más aun, a la luz de los resultados de los trabajos realizados sobre este aspecto, dichas partidas son cruciales en la mayor parte de los países de la región. En efecto, diversos especialistas en el tema y varios trabajos de investigación (Banco Mundial, 1990), coinciden en poner de relieve el hecho de que los INIAS han logrado adaptar y generar una corriente significativa de innovaciones, pero que estas llegan apenas a una pequeña fracción del universo de los productores que estarían en condiciones de incorporar tales mejoramientos. Aun cuando no se puede soslayar que en la adopción de tecnologías de alta productividad intervienen otros factores, entre los que se pueden mencionar la estructura de tenencia y propiedad de la tierra, el acceso al crédito y la capacitación, la difusión de los resultados obtenidos en los INIAS, parece estar aún muy por debajo de las posibilidades actuales y desde luego de las necesidades del sector.

Es difícil obtener información sobre este tipo de gastos por cuanto intervienen diferentes tipos de instituciones en ello, pero los antecedentes disponibles revelan que son por lo menos de una magnitud similar a lo gastado en investigación. El cuadro 10 presenta cifras expresadas en dólares constantes de 1980 por regiones. Como se puede apreciar, Norteamérica aparece como la región que más gasta en la difusión de los resultados de la investigación agrícola, seguida muy de cerca de Europa del Este y los países de la ex URSS y luego de Europa Occidental. América Latina y el Caribe aparece después de Asia y Africa, regiones estas en las que se han concentrado los esfuerzos de muchas agencias y organizaciones internacionales, particularmente en las dos últimas décadas.

Cuadro 9

GASTOS EN EXTENSIÓN AGRÍCOLA
(Millones de dólares de 1980)

Región	1959	1970	1980	Incremento 1959 - 1980 (%)
Europa Occidental	234.1	457.7	514.3	120
Europa del Este y ex URSS	367.3	562.9	750.3	104
Norteamérica	332.9	601.9	760.2	128
Oceanía	50.5	90.1	125.9	141
América Latina	61.5	205.9	369.9	497
Africa	237.8	481.1	514.7	116
Asia	143.9	412.9	507.1	252
Total	1 429.8	2 722.6	3 344.5	141

Fuente: Banco Mundial, *Agricultural extension, the next step*, Washington, D.C., 1990.

En cuanto a la eficiencia medida por el impacto de este tipo de gasto, es importante destacar que los estudios realizados muestran rentabilidades superiores a las obtenidas en investigación agrícola. En efecto, en el caso de Brasil en seis regiones arroja tasas de retorno de hasta 500% y en Paraguay tasas que fluctúan entre 75 y 90%.

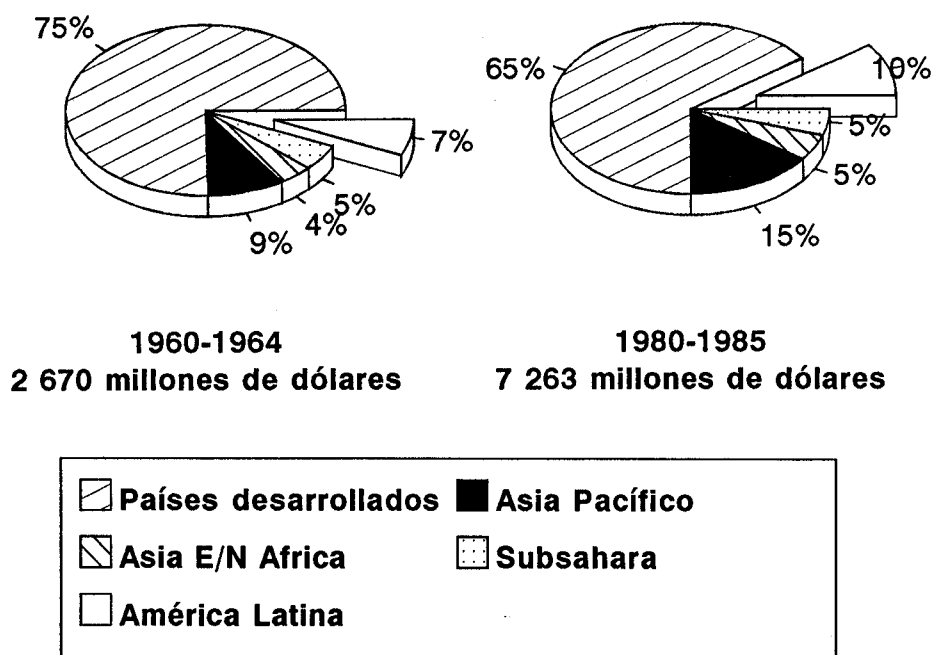
Otro indicador importante son los recursos asignados por investigador. En los países desarrollados estos ascendieron a 52 000 dólares en el período 1960-1964, aumentando a 86 500

dólares en el quinquenio 1980-1985. Paradojalmente en los años sesenta estos gastos fueron mayores en los países en desarrollo, luego aumentaron a cerca de 70 000 dólares en la década de los setenta, para caer a 56 000 luego de la crisis de los ochenta. En lo que se refiere a América Latina y el Caribe, el nivel de este indicador se mantuvo relativamente estable entre 1960 y 1975, llegando a alcanzar en algunos casos hasta 99 500 dólares, para caer drásticamente en la crisis y situarse a niveles inferiores a los existentes incluso en los años sesenta. Cabe aclarar que los altos montos de recursos asignados por investigador que se registraron entre 1960 y 1975, corresponden a una etapa en la que se realizaron gastos importantes para implementar los sistemas nacionales de investigación, generación y transferencia de tecnología.

La comparación de estos indicadores con los de algunos países desarrollados (Estados Unidos, Canadá, Francia, Corea, Taiwán y Japón), muestra que Japón y Estados Unidos considerados individualmente, tienen una y media veces el número de investigadores agrícolas de América Latina y el Caribe, esto es más de 14 000 personas de alta calificación. En términos de recursos por investigador, Japón, Estados Unidos, Canadá y Francia conforman un grupo que destina entre 85 000 y 150 000 dólares por investigador, cifras bastante superiores a las que actualmente se verifican en América Latina y el Caribe. Por otra parte Corea y Taiwán presentan cifras similares a las de varios países de la región.⁵

Gráfico 4

GASTOS EN INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA POR REGIONES



Fuente: Elaborado por la Unidad de Desarrollo Agrícola de la CEPAL, sobre la base de ISNAR, Estadísticas básicas, La Haya, 1990.

⁵ Calculado sobre la base de las estadísticas básicas del ISNAR.

Un estudio más reciente (Lindarte, 1994), muestra la evolución del número de investigadores, el gasto para investigación y los recursos por investigador entre los años 1960-1964 y 1992-1993. Las cifras revelan que en la actualidad los gastos por investigador expresados en moneda constante de 1980, fluctúan entre cifras insignificantes como en el caso del Perú, hasta los 60 000 dólares en Argentina, Brasil y Uruguay. México aparece con 40 000 dólares por investigador mientras el resto de los países fluctúan entre 10 000 y 30 000 dólares. Finalmente, el promedio para los países del cuadro en referencia, se sitúa en torno a los 50 000 dólares por investigador. Cabe destacar la recuperación del gasto por investigador que se registra en el caso de Argentina entre 1980-1984 y 1992-1993 y la caída que aparece en los casos de Brasil y de México en el mismo período. Otras caídas importantes ocurren en el caso de Chile y Ecuador.

La investigación agrícola en la era de los ajustes

Para muchos países las actividades agrícolas son de enorme importancia desde el punto de vista de los ingresos, el nivel de empleo y de la balanza comercial. En una situación de ajuste, la capacidad de respuesta de la agricultura puede ser gravitante en la recuperación de los equilibrios macroeconómicos y del crecimiento. Las reformas macroeconómicas y las nuevas políticas comerciales modifican la rentabilidad relativa entre las distintas actividades agrícolas, lo cual a su vez afecta la rentabilidad esperada de las innovaciones agrícolas y la capacidad de los distintos segmentos de productores por adoptar las nuevas tecnologías. Bajo estas circunstancias las instituciones de investigación y extensión agrícola experimentan nuevas y mayores demandas por resultados aplicables en el menor plazo posible. La liberalización del comercio plantea la necesidad de desarrollar la competitividad de producciones con ventajas comparativas para mercados tradicionales y para productos no tradicionales en nuevos mercados, lo que a su vez requiere de tecnologías modernas y más rentables. La eliminación de los subsidios a los insumos, requiere a su vez de nuevas tecnologías que reduzcan la utilización de dichos insumos o los reemplacen por otros de menor costo.

De otro lado y consistentemente con los programas de ajuste, las medidas para alcanzar una mayor eficiencia en la asignación de los recursos y su uso, inciden directamente sobre los sistemas de innovación. Los INIAS, las universidades y los organismos de extensión agrícola, han experimentado la reducción de aportes fiscales, reformas en la gestión y administración de los recursos, y la privatización de algunas de sus actividades.

Esta situación es particularmente seria cuando la mayor parte de los recursos financieros son de origen público, como ha sido el caso en la totalidad de los países de la región. Bajo estas circunstancias, la necesidad de encontrar nuevas fuentes de financiamiento, conduce a establecer tarifas a los servicios prestados y a la tecnología entregada y, ello a su vez, crea presiones para reorientar las prioridades de investigación hacia aquellos rubros de mayor rentabilidad y más rápido retorno. Tales medidas pueden llegar a comprometer la investigación básica y la investigación aplicada destinada a actividades y productores con menor potencial de retorno.

Las reducciones en los presupuestos lleva también a que internamente se reasignen las partidas eliminando inversiones y gastos de reposición, así como aquellos vinculados a las operaciones en terreno. Adicionalmente, se comprometen las posibilidades de capacitar y mantener actualizados los conocimientos de los investigadores. No obstante lo anterior, con mucha frecuencia se cuenta con un personal altamente calificado pero expuesto a quedar desactualizado y que además tiene serias dificultades para realizar sus labores de campo.

Los estudios de caso realizados en el marco de esta investigación, muestran situaciones que tienen rasgos en común y desde luego especificidades nacionales. En Argentina, por ejemplo, el INTA, nació como un organismo público descentralizado al igual que la generalidad de los INIAS que se crearon posteriormente en América Latina, pero a diferencia de los otros, reunía las actividades de investigación y extensión con la idea de hacer frente a la problemática articulación entre ambas funciones y asegurar así una mejor difusión de los resultados. Otro especificidad importante fue el financiamiento de sus actividades sobre la base de un impuesto de 2% a las exportaciones de productos agropecuarios tradicionales. Esto permitió al INTA contar hasta 1992, con la sola excepción de los años 1981-1983, con autarquía financiera (Ghezán, Mateos, Petrantonio, 1995). De otra parte, los productores organizados y las universidades integraron desde sus comienzos la máxima instancia de decisión del INTA, agregándose en la década de los ochenta, representantes de las regiones organizados en consejos para este fin.

Entre 1981 y 1983 fue eliminado el impuesto a las exportaciones, reemplazándose por aportes fiscales siendo restituido el impuesto el año siguiente con una reducción de la tasa a 1.5%. Con todo, esta fuente de financiamiento representa históricamente 85% de los ingresos totales del INTA. En 1993 se reemplaza el 1.5% sobre las exportaciones de granos y carnes por una tasa de 1% sobre las importaciones de mercaderías sujetas al pago de la tasa de estadísticas. El argumento fue que ello era necesario para mejorar el tipo de cambio efectivo de los exportadores de los productos sujetos al gravamen, y que la nueva fuente de financiamiento generaría recursos por un monto similar a los históricos.

Adicionalmente, en 1993, se ponen en marcha dos programas de intervención para pequeños y medianos productores: el Programa Social Agropecuario y el Proyecto Federal de Reconversión Productiva Cambio Rural, que son dirigidos desde la Secretaría de Agricultura y tienen como unidad ejecutora al INTA.

Los ingresos no tributarios aunque poco importantes en el total (2.4% de los recursos propios), tienden a crecer y cobrar mayor importancia. Entre estos se incluyen los recursos provenientes de organismos financieros externos, los ingresos por producción propia, convenios de vinculación tecnológica, inversiones financieras y otros. Estos recursos pueden tomar una importancia mucho mayor en los 15 centros regionales del INTA.

La reducción del gasto público en el marco de las medidas de ajuste implementadas en 1990, se tradujeron en reducciones de la planta del personal permanente. En total esta disminuyó en 26% afectando a 17% del personal técnico, y más de 30% al resto (personal de campo 35%, apoyo administrativo 23%, apoyo técnico 19%). Esta medida estuvo acompañada, a su vez, por la contratación externa de actividades como mantenimiento, reparación, limpieza, vigilancia y otras. En las actividades de extensión se produce una concentración y supresión de agencias de extensión en la región pampeana. Adicionalmente se han congelado y eliminado las vacantes producidas en el último tiempo y se ha restringido severamente la contratación de nuevo personal.

De otra parte, la entrada en vigencia del MERCOSUR en enero de 1995 dejó sin efecto la tasa estadística a las importaciones, que era la nueva base de recursos tributarios del INTA creándose de este modo una crítica situación en términos de financiamiento de las actividades de investigación y extensión. Sólo en mayo fue posible reestablecer la tasa de estadística, pero los valores recaudados son sensiblemente inferiores a los históricos, lo cual ha llevado a reducir en un 30% las actividades programadas y a buscar nuevas fuentes externas de financiamiento. Dado que aproximadamente 70%

del presupuesto se destina al pago de sueldos y salarios y 20% a las actividades de investigación, las reducciones anotadas repercuten directamente en estas últimas. Bajo estas circunstancias, las remuneraciones han experimentado un sensible deterioro.

Entre las medidas para obtener una mayor eficiencia, se busca lograr una relación de dos personas de apoyo por cada técnico. Actualmente los investigadores son: 32% del personal, 66% corresponde a personal administrativo, ayudantes técnicos y de campo y el 2% restante corresponde a funcionarios ejecutivos. Luego de las racionalizaciones de personal de 1991, 80% del personal universitario desempeña tareas de investigación y el 20% restante, de extensión.

En Chile, el INIA creado en 1964 tuvo como fundadores al Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), la Universidad de Chile (UCH), la Pontificia Universidad Católica (PUC), y la Universidad de Concepción (UC). El Consejo del INIA actualmente está presidido por el Ministro de Agricultura e integrado por el Presidente Ejecutivo de la institución, el Director de la Oficina de Planificación del Ministerio de Agricultura (ODEPA), un representante de las universidades, dos representantes de las asociaciones de agricultores, y un representante de los profesionales del INIA (López Cordovez, 1995). Esta estructura responde al propósito de lograr una mayor interacción entre investigadores y agricultores (Bonilla 1989).

En los últimos 15 años, tres principios generales han normado las actividades del INIA, que son los siguientes: ajustarse a la noción del Estado subsidiario y, por tanto, asumir aquellas funciones que por su naturaleza no pueden ser atendidas adecuadamente por el sector privado; fortalecer la regionalización del país, y buscar nuevas alternativas de producción agrícolas en las que el país tenga ventajas comparativas (Bonilla 1989).

Por su parte, en 1960 la CORFO estableció una Gerencia Agrícola responsable del diseño de políticas de desarrollo para algunos sectores productivos, en particular ganadería y fruticultura. En 1968 dicha Gerencia diseñó el denominado Plan Frutícola de la CORFO, cuya preparación implicó la realización de un exhaustivo y completo diagnóstico de la situación de la producción de frutas, complementado con un programa de inversión en infraestructura de frío, que impulsó poderosamente el desarrollo de la fruticultura (CPU/OEA, 1990).

La Universidad de Chile concretó en 1967 el Proyecto Chile-California, que permitió especializar en fruticultura anualmente a un grupo de profesionales.

En 1967 se crearon en el Ministerio de Agricultura la Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA) y el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Al SAG se le asignaron funciones de difusión de conocimientos técnicos, control sanitario vegetal y animal, conservación de recursos naturales renovables y otras tareas de carácter técnico y administrativo. A pesar de la amplitud de objetivos y funciones, el SAG concentró sus actividades en el control sanitario y en la extensión agrícola —con énfasis en trigo— tarea esta última descontinuada a partir de 1978 (CPU/OEA, 1990).

El rol subsidiario asignado al Estado a partir de 1973, se tradujo en una drástica disminución del tamaño del sector público agrícola y, en particular, del sistema de extensión. En dicho año, el presupuesto destinado al Ministerio de Agricultura se acercaba a 7%, bajando a 1% en 1983. Las instituciones dependientes del Ministerio contaban a comienzos de los años setenta con más de 16 mil funcionarios; actualmente disponen de menos de 6 mil empleados. La apertura de la economía

al exterior y el desmantelamiento de las medidas de apoyo repercutieron fuertemente sobre la agricultura, la que soportó una fuerte crisis hasta 1982, cuando el Estado decidió establecer nuevos apoyos en lo productivo y en la transferencia de conocimientos técnicos.

En 1970, 88.8% del financiamiento del INIA provino de aportes fiscales y el resto fueron ingresos provenientes de la venta de bienes y servicios. Para 1980, los aportes fiscales representaron solo 57.5% de su financiamiento; 28.1% provino de la venta de bienes y servicios, y el 14.4% restante correspondió a otras fuentes de ingresos, en particular a proyectos de investigación con los que la institución concursó en las instancias que asignan fondos para investigación (Venezian 1992).

Desde 1982, el INIA ha estado sometido a una fuerte presión para reducir su dependencia de fondos públicos y aumentar el grado de autofinanciamiento, así como para revisar prioridades e incrementar la eficiencia y el impacto de sus actividades. A pesar de las restricciones, la firma en 1986 de un convenio con el BID para el fortalecimiento de la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria, puso a disposición del INIA recursos (17.6 millones de dólares del BID más 14.9 millones de dólares por contrapartida nacional), para renovar infraestructura y equipos y para la formación de recursos humanos. Este convenio, que concluyó en 1991, fue seguido por otro que se extenderá hasta 1997 para la modernización del sector agrícola de Chile. En este caso, se ha priorizado el medio ambiente, la agricultura campesina y la modernización institucional. El BID aportó 9 874 millones de dólares y el Gobierno 9 014 millones como contrapartida nacional.

A pesar de que entre 1990 y 1994 los ingresos del INIA pasaron de 4.14 a 10.03 mil millones de pesos en moneda corriente, los aportes fiscales que representaban 53.7% de los ingresos totales, bajaron a 45.2% en 1993. Esta pérdida de importancia de los aportes fiscales, ha sido compensada parcialmente por el crecimiento de las contribuciones del sector privado.

En los últimos cinco años, el INIA ha destinado el grueso de su presupuesto a gastos corrientes, en particular en 1991 cuando estos llegaron a 96% del gasto total. Dicha situación experimentó una mejoría en 1992, año en que se destinó un 12% a inversiones. Para 1994 se estima que las inversiones representaron alrededor de 16% del gasto total.

En lo que se refiere a las universidades, ellas encaran una mayor precariedad financiera que el INIA, dado que apenas 50% del gasto en investigación y experimentación agrícola proviene del presupuesto regular universitario, en forma de remuneraciones a los profesores investigadores. Cada universidad se esfuerza por conseguir recursos operacionales mediante proyectos y contratos de investigación, donaciones, ventas de productos y de servicios. Debido a la precariedad de este tipo de financiamiento, sus trabajos de investigación, con pocas excepciones, son de corto plazo y no tienen mayor continuidad. Bajo estas circunstancias sus propuestas de trabajo experimental agrícola deben ser flexibles y ágiles para ajustarse a las demandas impuestas por sus fuentes de financiamiento (Venezian, 1993).

Respecto de las fuentes de financiamiento extrapresupuestarias para el sistema de investigación agrícola, destacan los fondos especiales: CORFO - Gerencia de Desarrollo- FONTEC, Fondo de Investigaciones en Ciencia y Tecnología (FONDECYT), Fondo de Investigaciones Agrarias (FIA) del Ministerio de Agricultura, a lo cual se agregan aportes del Ministerio de Educación para algunas universidades. Dichos fondos son asignados a través de concursos y se entregan bajo modalidades de contratos o convenios. Salvo el FIA, los demás fondos están abiertos a todos los

sectores, lo que implica que los proyectos agrícolas son examinados bajo criterios y prioridades diferentes.

Del total de recursos asignados entre 1990 y 1994 a través de los fondos para proyectos de inversión y desarrollo agrícola, y que suman 12,66 mil millones de pesos de septiembre de 1994, a FONDEF le corresponde 56% del total (7.2 mil millones de pesos). Le siguen en orden de importancia FONDECYT con 24% del total; FONTEC con 13%; y, por último, el FIA con el 5% restante. En cuanto al destino de los recursos, 39% se asignó a proyectos hortofrutícolas; 30% a misceláneos; 17% para ganadería; para cultivos 7%; para praderas y forrajes 4%, y el restante 3% para flores y hongos. Entre los proyectos aprobados destacan aquellos vinculados a actividades de exportación, a la agricultura de secano, a la producción de plantas transgénicas de papas, al desarrollo agroindustrial del sur del país, al desarrollo de biopesticidas, a la fertilización de suelos, a la introducción de ovinos de leche y a la difusión de alfalfa arbórea.

Respecto del destino de los fondos según destinatarios componentes del sistema nacional de innovación agrícola, en el período 1990-1994 las universidades recibieron 68%, las agencias privadas y el INIA el 7% restante. Dentro de las universidades, a su vez, la PUC recibió 19%, la UCH 17%, la UA 10% y el INIA apenas un 7%. El resto se distribuyó entre otras universidades.

Por su parte, el Fondo de Desarrollo Productivo de la CORFO financió entre 1984 y 1990 proyectos de mejoramiento frutícola por 289 millones de pesos, cifra equivalente a 43% de su gasto total en el sector agrícola. En dicho período el sector privado aportó unos 290 millones de pesos, lo que representó 46% del total en los mismos (Universidad Católica, 1993). La misma CORFO, a través de su Gerencia de Desarrollo, financió entre 1986 y 1990 proyectos de desarrollo tecnológico en agricultura por 230 millones de pesos, de los cuales 27% se destinó al área frutícola. Por su parte, entre 1981 y 1990, el FIA financió proyectos por 2 097 millones de pesos los cuales sólo 4% fue destinado a la fruticultura (Pontificia Universidad Católica de Chile, 1993).

El sector privado participa en el financiamiento de las actividades de investigación agrícola, especialmente a través de grandes empresas, por lo general vinculadas con los insumos agrícolas, mediante contratos de investigación, provisión de fondos de contraparte a proyectos de desarrollo (por ejemplo de la CORFO) o vía donaciones. Las empresas asignan y destinan sus fondos principalmente a cubrir gastos operativos, en función de sus intereses y de los resultados de sus evaluaciones sobre las repercusiones que sobre aquellos tendrán los proyectos. Esto implica que obligan a quienes preparan los proyectos a ser imaginativos y, al mismo tiempo, precisos en el detalle de los logros esperados (Pontificia Universidad Católica de Chile, 1993).

En cuanto a la gestión y orientación del INIA, en 1994 se decidió modernizar la institución introduciendo modificaciones a su estructura funcional y operacional. Entre éstas destacan la creación de una Unidad de Seguimiento y Evaluación, una Oficina de Estudios y Proyectos, una Gerencia General y una Gerencia de Producción y Comercialización de Bienes y Servicios del Instituto (INIA, 1994). Las nuevas orientaciones generales señalan que el INIA definirá sus objetivos de investigación en base a los requerimientos y necesidades de los clientes y usuarios específicos. Para ello deberá responder a la actual demanda agrícola y agroindustrial por tecnología, de acuerdo a las características y exigencias de los mercados nacional e internacional, generando productos tecnológicos de alta calidad. Deberá también relacionarse tanto con productores con capacidad empresarial y mejores condiciones de competitividad, como con otros descapitalizados, con baja capacidad de gestión y, en general, marginados de la dinámica productiva.

A nivel regional, las estaciones experimentales fueron reemplazadas por centros regionales de investigación (CRI), a la vez que se suprimieron los programas nacionales de investigación por rubros. Cada CRI cuenta con cuatro departamentos: producción vegetal, producción animal, recursos naturales y sostenibilidad y de gestión y de sistemas productivos. Los CRI trabajan con proyectos de investigación, que dan continuidad a esfuerzos anteriores y que inician nuevas labores experimentales. Cada CRI debe efectuar un diagnóstico de la región en que está localizado, dotando así a los directores de elementos para discutir la asignación de recursos operacionales.

En México, la investigación agrícola tiene el mérito de haber entregado una gran contribución al crecimiento del producto sectorial. Entre 1950 y 1960, el riego y la incorporación de nuevas tierras, junto con la introducción de nuevas semillas de híbridos, fueron los principales factores responsables explicativos del crecimiento agrícola. La investigación agrícola y la extensión contribuyeron de manera muy importante al incremento de los rendimientos en trigo, maíz, sorgo, arroz, papas, hortalizas y lácteos. En este período fueron introducidas una gran cantidad de innovaciones técnicas tales como fertilizantes, pesticidas, nuevas variedades de algodón y maquinaria agrícola (McIntire, 1995).

En 1960 se fundaron el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP). En 1985 se fusionaron estas entidades más el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, dando lugar al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), el que encabeza el Sistema Nacional de Generación y Transferencia de Tecnología. Este organismo depende de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, pero tiene autonomía técnica. Por la importancia del recurso, en 1986 se creó además el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) para trabajar en tecnologías de riego. Paralelamente, varias universidades desarrollan importantes actividades en materia de investigación y desarrollo de tecnología agropecuaria. Destacan al respecto, la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma de Chapingo, el Colegio de Posgraduados de Chapingo, la Universidad Antonio Narro de Saltillo, el Instituto de Estudios Superiores y Tecnología de Monterrey y el Instituto Tecnológico Agrícola de Oaxaca.

A nivel regional INIFAP tiene ocho centros de investigación regional que supervisan las estaciones experimentales de un grupo de estados colindantes. En total existen 88 estaciones experimentales distribuidas en el territorio nacional. Un Comité Técnico integrado, entre otros, por los subsecretarios de agricultura, ganadería y forestal, fija las políticas y prioridades del INIFAP y administra sus recursos.

La crisis de los años ochenta se tradujo, al igual que en otros países, en una fuerte reducción de los recursos públicos agrícolas. Las asignaciones a la Secretaría de Agricultura que representaban 7.5% del presupuesto, cayeron hasta 1.6% entre 1980 y 1982 y, consecuentemente con ello, se redujeron en 49% los recursos para investigación agrícola. A consecuencias de los recortes presupuestarios de mediados de los ochenta, el presupuesto del INIFAP experimentó una contracción hasta llegar a representar 0.28 del producto sectorial. Entre 80 y 90% de los recursos del INIFAP provienen del Gobierno Federal, mientras el saldo es aportado por los gobiernos locales, organizaciones de productores y venta de servicios.

De 1984 en adelante, el INIFAP experimentó una reducción de 40% de su planta de investigadores. En la actualidad trabajan 827 investigadores agrícolas y 308 pecuarios. Un 61% del personal cuenta con maestrías y 13% con doctorados. En cuanto al presupuesto, 80% se dedica a cubrir gastos de sueldos y salarios, entre 10 y 12% para cubrir gastos fijos y de mantenimiento, y

apenas 10 a 15% se destina para la operación de proyectos de investigación, lo cual es un indicador de la baja utilización del capital fijo y de la capacidad instalada. Respecto del PIB agrícola, el presupuesto del INIFAP más el del IMTA representan entre 0.34 y 0.50%. El cuadro 11 presenta algunos indicadores al respecto.

Cuadro 11

MÉXICO, INIFAP: EVOLUCIÓN DE ALGUNOS INDICADORES DE ACTIVIDAD

Período	Número de investigadores	Gasto público en investigación (millones de pesos de 1992)	Gasto público en investigación/producto agrícola (%)	Recursos por investigador (miles de pesos de 1992)	Gasto federal total (millones de pesos de 1992)	Gasto en desarrollo rural (millones de pesos de 1992)
1983/1988	1 718	328.6	0.45	215	361 632	30 784
1989/1992	1 853	209.6	0.28	101	283 794	22 000

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador fue uno de los primeros institutos de investigación agrícola fundados bajo la inspiración del modelo estadounidense. Este organismo adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería desde 1973, tuvo un importante crecimiento en términos de su personal hasta mediados de los setenta, el que se mantuvo estable hasta 1985. De ese año en adelante, se reduce la planta permanente de 530 personas hasta llegar a 374 en 1995. Dicha reducción es especialmente importante en los investigadores, cuya cifra cae a menos de la mitad en el período. La reducción de recursos para investigación se inicia desde 1980 en adelante, como lo denota el hecho de que los gastos de investigación que representaban 0.75% del producto sectorial, se reducen hasta llegar a representar apenas 0.20% en 1991 y 0.18 en 1992. Es importante destacar que lo anterior ocurre a pesar de la consecución de un préstamo del BID por un monto 38 millones de dólares para el período 1987-1994.

Respecto del origen de los recursos para financiar las actividades del INIAP, en la actualidad se estima que menos de 50% de los fondos corresponden a aportes el sector público, 12% a recursos aportados por el BID, y 30% entre venta de bienes y servicios por contratos. Respecto de esto último, el INIAP controla los cultivos y la reproducción de la semilla básica y registrada y es responsable por el control de la certificación a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Actualmente controla 50% del mercado de semillas certificadas. En el caso de los pesticidas, las empresas importadoras cubren 90% de los costos de las pruebas a las que deben someter sus productos antes de ser aprobados para su uso. En cuanto al destino de los recursos presupuestarios, 60% de ellos va al pago de sueldos y salarios, 20% a operaciones y el 20% restante a transferencias y gastos de capital.

Hasta 1994 el INIAP estructuraba sus investigaciones a través de programas nacionales por cultivos y en cinco departamentos nacionales (protección vegetal, manejo de suelos, bromatología, recursos genéticos y biotecnología y economía). Las reestructuraciones implementadas eliminaron todos los programas nacionales excepto el del banano, y los especialistas por rubros deben

actualmente dedicarse a la extensión agrícola general. La idea es privatizar la extensión de modo tal que al cabo de cinco años, los agricultores comerciales y las empresas agrícolas paguen el 100% del costo de la asistencia técnica y los pequeños productores, el 50%. Para lo anterior, INIAP ha elaborado planes para fortalecer los gremios de productores y promover los mecanismos de financiamiento.

En este cuadro, los campesinos tienen apoyo solamente a través de un Proyecto de Desarrollo Rural Integral financiado por el Banco Mundial y que está bajo la responsabilidad del Ministerio de Bienestar Social.

En cuanto a las actividades del INIAP, 60% de ellas corresponde a investigación adaptativa, poco más de un tercio, aplicada y, sólo 2%, investigación básica. Hasta 1976 esta actividad se desarrolló a través de las estaciones experimentales y a partir de 1977, además en fincas bajo un convenio con los principales gremios de productores. Cabe destacar que la investigación y difusión de resultados se realizó especialmente dirigida al sector comercial más proclive a la adopción de innovaciones. Por esta misma razón, los resultados exhibidos por el INIAP muestran avances importantes en cultivos modernos realizados en la costa, como es el caso de la soya, arroz, maíz y palma africana. Un estudio de impacto realizado en 1987 (Mendoza, 1989), revela que la tasa interna de retorno en palma africana era de 32%. Lo anterior encuentra también su explicación en el hecho de que para estas líneas de investigación se contó con financiamiento externo que vino a suplir las reducciones de los aportes públicos.

Los ajustes experimentados han definido para el INIA las siguientes prioridades: concentrar las líneas de investigación y definir prioridades de acuerdo a la demandas por tecnologías basadas en la orientación al cliente; enfocar la investigación por sistemas y áreas agroecológicas; racionalizar al máximo el uso de los recursos incrementando la generación de recursos propios; establecer alianzas estratégicas con usuarios y clientes. En ese marco, actualmente se investiga con el Programa Nacional del Banano y la Universidad Agraria del Ecuador en el control de la sigatoka negra del banano y en variedades resistentes a ellas. Las investigaciones en un nuevo clon de cacao de alto rendimiento, también con la Universidad Agraria, es otro caso destacable en este sentido, al igual que un convenio implementado con una empresa multinacional para producir una variedad industrial de papas.

Entre los casos de innovaciones de impacto para otro tipo de productores, se puede mencionar la obtención de un híbrido de naranjilla, fruta ácida para jugo que crece en la región oriente del país. Con la colaboración de una universidad estadounidense, se logró obtener una variedad de mayor tamaño y rendimiento y de mejores características organolépticas, lo que ha abierto el interés de agroindustrias foráneas para producir y exportar el jugo.

Entre las medidas adoptadas recientemente, se cuenta la privatización del control de calidad en productos de exportación. A consecuencias de ello, se han registrado serios problemas en el caso de las exportaciones de banano con devoluciones de partidas desde la Comunidad Económica Europea, al punto de que los propios productores piden reimplantarlo en el Programa Nacional del Banano. Una situación similar ocurre con el cacao, donde la responsabilidad por el control de calidad y por la asistencia técnica que lo garantice ha sido traspasada a la Bolsa de Productos Agropecuarios, entidad de carácter privado.

En cuanto a otras instituciones del sistema de innovación, se pueden mencionar el CIAT, CYMMIT, CIP, centros internacionales con los que el INIAP tiene convenios y de los cuales recibe

germoplasma; organismo regionales como el IICA y el CATIE, y varias universidades estadounidenses. A ellos se agregan las universidades nacionales que desarrollan tareas en esta área. Destaca al respecto la Universidad Agraria del Ecuador.

El sector privado cuenta con ocho granjas experimentales, dos laboratorios de reproducción *in vitro* y una estación experimental. Entre los organismos privados, están tres universidades; empresas como Latinreco de Nestlé y que investiga en cacao, café y quinoa; empresas de semillas como Agripac y agrocereales, y los mayores ingenios azucareros. Respecto a los recursos para actividades de investigación, el estudio de caso realizado en el marco de esta investigación, reveló que en el período de ajuste, mientras se reducían los fondos por investigador en el INIAP, en el sector privado estos lo hacían a una velocidad menor quedando en mejor posición relativa, al punto de ser 3.8 veces mayores que los primeros.

En Perú la situación se caracteriza por una gran cantidad de cambios en la institucionalidad vinculada a la innovación agrícola. A diferencia de otros países de la región, la universidad juega un rol de importancia significativa y es solamente en 1981 que se crea el Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA). Le anteceden en los años los setenta los centros regionales de investigación agraria. El INIPA asumió las tareas de investigación y de transferencia de los resultados de la misma. Un total de 70 estaciones experimentales y recursos escasos, fueron las características más salientes de esa época. En 1986 se inició el Programa Nacional de Sistemas Agrícolas Andinos enfocado a la problemática de las zonas andinas y a la investigación en torno al manejo sustentable de suelos y aguas. La orientación de este programa fue cambiada en virtud de las concepciones del Banco Mundial en favor de la investigación y transferencia por cultivos.

En 1987 se separó la investigación y la extensión, traspasándose esta última al Ministerio de Agricultura y dejándose al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Alimentarias (INIAA), la responsabilidad de la investigación. Esta, a su vez, fue organizada por productos, dándole mayor importancia a los productos alimenticios, dejando los productos de exportación en manos del sector privado.

Desde 1990 se han experimentado cambios profundos en el sistema de innovación. La reducción de las asignaciones presupuestarias para la agricultura llegaron al grado de que el Ministerio de Agricultura dejó de realizar tareas de control fitosanitario y veterinario. A nivel del INIA (sucesor del INIAA desde 1993), se privatizaron 20 de sus 31 estaciones experimentales, las que se traspasaron a fundaciones y asociaciones de productores de la costa. Esta medida resultó en un caos, razón por la que fue revertida posteriormente.

Desde 1993 se está privatizando la transferencia de tecnología a los productores de la Sierra a través de un proyecto que cuenta con financiamiento del Fondo Internacional del Desarrollo Agropecuario (FIDA). La meta global del proyecto es atender a 300 organizaciones escogidas entre las de menores recursos, las que involucran unas 40 000 familias en 17 provincias de cinco departamentos.

Otro proyecto financiado por el BID desde 1992, apunta a mejorar la eficiencia del sistema público de innovación. Entre las medidas adoptadas se destaca la priorización de actividades para las regiones de la sierra y la selva y la asignación de 35% de presupuesto para investigación para constituir un sistema de fondos concursables para proyectos. En este mecanismo pueden participar

el mismo INIA, las universidades, ONG, fundaciones y otras, y está orientado al sector más comercial de la agricultura peruana.

Respecto a los recursos humanos, se ha reducido considerablemente el número de investigadores y se prevén mayores reducciones aún. En las estaciones experimentales, por su parte, se registraron las mayores reducciones, en especial en el personal de apoyo.

La principal fuente de recursos financieros para la investigación han sido los aportes del sector público, no obstante lo cual los aportes de agencias internacionales han ocupado un lugar relevante. Examinada la evolución del gasto total en investigación, se puede apreciar que éste alcanzó un máximo en el primer quinquenio de los setenta, se redujo y volvió a recuperarse en el primer quinquenio de los ochenta. Posteriormente, la reducción de recursos es dramática, al punto de que las partidas de gasto por investigador en 1993 es prácticamente despreciable.

La Universidad Agraria de la Molina ha tenido un enfoque similar al INIA y también ha sufrido de restricciones de recursos para realizar sus labores. La experiencia más importante de asistencia técnica privada, fue la creación de la Asociación Nacional de Profesionales Agrarios (ANAPA), la que desplegó una importante labor asociada con el Estado. Para ello aprovechaba los créditos del Banco Agrario, el que exigía un control de la asistencia técnica. La desaparición del Banco en 1991 terminó con esta experiencia a pesar de la iniciativa de algunos productores por establecer cajas agrarias para reemplazar al Banco.

Otro tipo de asistencia técnica privada es la que desarrollan organizaciones de productores a través de fondos especiales como el FONGAL y el FUNDEAL (Ganadería y algodón respectivamente) de Arequipa. Algunas fundaciones y ONG desarrollan una activa labor ocupando los espacios dejados por el sector público. La investigación realizada revela que actualmente poco más de la mitad de las tecnologías provienen del sector público, 38% de las ONG y el resto de las universidades.

Algunos casos paradigmáticos de innovación agrícola

La investigación realizada exploró a través de estudios de casos en países, los procesos de innovación tecnológica para algunos productos relevantes, ya sea por su importancia actual o por sus potencialidades. Las innovaciones estudiadas se han producido como consecuencia de un interés específico y concreto de un grupo de productores con capacidad de presión o de agentes innovadores cuya acción resultó determinante para inducir dicho proceso. El factor común en los casos investigados es la identificación de problemas a resolver o de un mercado y buenas posibilidades de acceder, junto con la disponibilidad de tecnología y procesos posibles de adaptar y mejorar. En cuanto al origen de la tecnología, esta por lo general es foránea y luego adaptada y desarrollada para las condiciones locales. Dicha tarea ha sido desarrollada por los INIAS u otros organismos públicos, universidades y el sector privado.

En Argentina, el INTA es el responsable de la introducción y difusión de las nuevas variedades de trigo con germoplasma mexicano, las cuales son de alto rendimiento comparadas con sus antecesoras. También el INTA es quien produce híbridos sobre la base de este germoplasma y de variedades locales. Posteriormente aparecen empresas privadas, las que alcanzan un grado significativo de desarrollo, pero sin alcanzar a cuestionar la supremacía del INTA. En el caso del

girasol, en cambio, su introducción y su primera difusión es hecha por firmas privadas. Posteriormente, el INTA logra aplicabilidad a sus trabajos de investigación básica que les permite producir una segunda generación de variedades de mayor rendimiento por hectárea y de mayor contenido de aceite que las anteriores.

En Chile, el INIA local realiza una tarea análoga al caso anterior, siendo el organismo responsable de la introducción y difusión de las nuevas variedades de trigo, de su posterior mejoramiento y de la producción de semillas híbridas locales, las que acompañadas de nuevas tecnologías de manejo y fertilización consiguen aumentar los rendimientos promedio de este cereal muy por encima de los niveles precedentes. El notable desarrollo de la fruticultura, por otro lado, es consecuencia de la investigación básica agronómica, de selección, empaque y conservación en frío y luego de mercados, implementada por otro organismo público, la CORFO, a través de su gerencia agrícola. Posteriormente es el sector privado el principal responsable de la introducción de nuevas variedades e inclusive de algunas nuevas especies.

En el caso de Ecuador, un hecho de gran trascendencia, el cambio de variedades de banano de Gross Michell a Cavendish,⁶ resultó de la introducción privada de una tecnología desarrollada por una de las principales transnacionales bananeras, reponsabilizándose después el INIA local por la investigación de manejo del cultivo y de control de pestes, y posteriormente junto a la Universidad Agraria del Ecuador (UAE), del desarrollo de plantas resistentes. La crisis del banano lleva a muchos productores a ver en el cacao una alternativa, al mismo tiempo que las instituciones del sistema de innovación (INIA, Universidad Agraria del Ecuador y privados), intervienen en el desarrollo de clones de mayor productividad. Este hecho es de gran importancia, por cuanto se estima que 95% de los productores son de pequeño tamaño y serían los directos beneficiarios de medidas orientadas al cambio de plantaciones.

Una experiencia notable, a partir de agentes innovadores, es la de México con la agricultura orgánica para producir algunas especies, implementada a partir del empleo de una tecnología desarrollada por la Universidad de Tucson y adaptada a las condiciones locales. En este caso interviene un agente innovador externo que trae la tecnología generada en la Universidad de Tucson, y el contacto con el mercado demandante. Lo interesante es que se registra también la participación de un agente innovador interno surgido del medio local y que organiza los pequeños productores locales y se responsabiliza por su capacitación. Una particularidad destacable de este caso, es que se trata de una tecnología desarrollada y adaptada a las condiciones locales, que es altamente intensiva en trabajo, poco intensiva en tierra y que requiere de dotaciones de capital muy reducidas y prácticamente no emplea los llamados insumos modernos.

⁶ Las variedades de Gross Michell fueron severamente afectadas por una plaga llamada "mal de Panamá", la que devastó una gran proporción del área plantada y obligó al cambio de las plantaciones desde la región norte del país, al otro extremo del mismo. Ello debió ser acompañado de un cambio a variedades resistentes a dicha plaga.

Conclusiones

1. La investigación agrícola en América Latina data en algunos casos desde el siglo pasado, pero solamente con la creación de los institutos de investigación agropecuaria, a partir de la década de los sesenta, es que se cuenta con una institucionalidad para la innovación agrícola.
2. La creación de los institutos o INIAS corresponde al traslado a la región del modelo de innovación estadounidense, el que había mostrado ser exitoso en su país.
3. Dicho modelo se basó en el sistema de las llamadas *Land Grant Universities* creadas después de la guerra de secesión. En síntesis, consistía en la creación de instituciones vinculadas a la enseñanza e investigación, organizadas en estaciones experimentales que recogían la problemática local y que tenían una significativa participación de los productores locales en las decisiones de qué investigar. Otro elemento importante en este esquema fue el financiamiento de los gobiernos locales y el aporte federal.
4. La creación de un paquete de nuevas tecnologías de alta productividad basadas en el empleo de semillas de híbridos de alto rendimiento, agroquímicos, riego y maquinaria, llamada la Revolución Verde, abrió las posibilidades de contar con un eficaz instrumento para resolver problemas de baja productividad.
5. La situación de América Latina y el modelo de desarrollo basado en la sustitución de importaciones, requerían de una participación mayor de la agricultura en el abastecimiento de alimentos a bajo costo a centros urbanos que crecían rápidamente y, al mismo tiempo, generar divisas para financiar el crecimiento industrial.
6. Promovidos por la Administración Kennedy, en los Estados Unidos se implementaron en la región diversas reformas entre las que se contaban la reforma agraria, con la idea de modernizar el sector y permitir el funcionamiento de los mecanismos del mercado. Coherentemente con lo anterior, se tomaron importantes medidas para difundir en calidad de bien público el paquete tecnológico de la Revolución Verde. Entre estas medidas estaba el crear una institucionalidad que asegurara su difusión. Otras medidas consistieron en crear programas para capacitar especialistas de la región en universidades de los Estados Unidos.
7. De este modo se creó un Sistema de Innovación Agrícola que inicialmente estuvo conformado por los INIAS, las principales universidades y los centros internacionales de investigación agrícola.
8. Los INIAS fueron los transmisores de la nueva tecnología, la que se difundió en calidad de bien público rápidamente hacia aquellos productores que disponían de los mejores suelos y aguas, que tenían acceso al crédito y que tenían una favorable disposición al riesgo.
9. Favoreció a lo anterior, el hecho de que las nuevas tecnologías disponibles eran difícilmente divisibles.
10. Hasta los años setenta, los INIAS experimentaron un importante crecimiento, tanto en personal como en recursos asignados para la investigación.

11. Algunos INIAS asumieron las funciones de investigación con las de difusión de sus resultados. En otros casos se crearon instituciones especializadas que después se modificaron o desaparecieron.
12. Los INIAS debieron enfrentar un medio absolutamente diferente, caracterizado por la diversidad de los ecosistemas y su fragilidad en el caso de los trópicos y por la gran heterogeneidad de los productores.
13. Lo anterior incidió de manera importante en el reforzamiento de las tendencias a difundir el paquete tecnológico de la Revolución Verde a los productores más capitalizados y de mayor tamaño.
14. A pesar de lo anterior, las actividades de los INIAS pueden verse reflejadas en el mejoramiento de la productividad de aquellos cultivos en los cuales intervinieron. Los antecedentes disponibles muestran que dicho mejoramiento fue significativo. Las evaluaciones de impacto realizadas, ponen de relieve, por otro lado, una rentabilidad notablemente elevada para las actividades de investigación y de difusión de los resultados de la misma.
15. El agotamiento del modelo de industrialización basado en la sustitución de importaciones, las crisis económicas y la implementación de programas de ajuste, crearon un contexto de creciente complejidad también en la agricultura, y nuevos y más difíciles desafíos para las instituciones de investigación y extensión.
16. Las medidas para reducir el gasto público impactaron severamente a las instituciones públicas asociadas a los sistemas de innovación, en especial a los INIAS y universidades, vía reducciones de los presupuestos. Esto se reflejó, a su vez, en una serie de medidas entre las que se destacan la reducción de personal, la disminución de actividades y líneas de investigación, la privatización de algunas funciones y la venta de bienes y servicios a precios próximos a los de mercado.
17. Entre las medidas anteriores se destacan la privatización, en una primera etapa, de los servicios de mantención y, luego, de los de extensión. A ello se agrega las privatizaciones de las funciones de control de calidad para los productos de exportación y en un caso, incluso, el intento de privatizar la investigación mediante la entrega de las estaciones experimentales a privados, iniciativa que debió revertirse posteriormente por la caótica situación creada.
18. A estas medidas se han sumado la implementación de numerosas reformas relacionadas con la gestión y la administración, las que han significado introducir criterios de eficiencia de costos y de impactos de las actividades desarrolladas.
19. Agencias internacionales como el Banco Mundial y el BID, han aportado para este propósito recursos sujetos a condicionalidades tales como la descentralización de las actividades de los INIAS, un mayor grado de autofinanciamiento, la búsqueda de mecanismos para atender las demandas de los pequeños agricultores, el cobro de los servicios, la orientación al cliente en busca de satisfacer las nuevas demandas por tecnologías, y el establecimientos de alianzas estratégicas al respecto.
20. En la actualidad, operan distintos actores que podrían dar lugar a un Sistema Nacional de Innovación. No obstante ello, la evidencia muestra que no hay coordinación de sus actividades sino apenas marginalmente en torno a actividades sobre las cuales se establecen compromisos contractuales formales.

21. Entre los actores, se agregan a los INIA, universidades y centros internacionales, las fundaciones sin fines de lucro, ONG y organismos de carácter gremial vinculados a rubros específicos.

22. Paradojalmente, mientras se reducen los recursos asignados a la investigación, las demandas por tecnologías se hacen más complejas y diversificadas. La liberalización de los mercados y la apertura al exterior abre nuevas oportunidades para las cuales se requiere de tecnologías que aseguren productos de alta calidad, uniformidad y regularidad en la entrega. Las exigencias y restricciones para el uso de agroquímicos, abren nuevas ventanas de oportunidades para alimentos producidos mediante agricultura orgánica. El desarrollo de tecnologías para alimentos producidos por pequeños productores es más rentable socialmente de lo que se suponía, y constituye un campo prácticamente virgen. A ello se agregan temas tales como el desarrollo de tecnologías para ecosistemas tropicales de gran fragilidad, tecnologías para la producción autosustentable y para la preservación y racional aprovechamiento de la biodiversidad.

23. El mayor de los desafíos consiste, en todo caso, en hacer llegar las innovaciones agrícolas generadas a la mayor parte de los productores. En este terreno existe un enorme vacío que no ha podido ser superado.

24. No basta con tener nuevas tecnologías más rentables. Actualmente la democratización de la tecnología es técnicamente posible por la creciente desagregabilidad del paquete tecnológico y por los avances en materia de biotecnologías, pero mientras no concurren otros factores como el acceso a la tierra y al agua, la seguridad y estabilidad de la tenencia y propiedad de la misma, el acceso al crédito, la capacitación y la organización, no puede esperarse que las innovaciones tecnológicas permitan resolver todos los problemas.

Elementos para la formulación de políticas para la innovación tecnológica en la agricultura

1. Una primera cuestión que es necesario destacar se refiere al Sistema de Innovación Agrícola. En los hechos no existe el sistema propiamente tal; están los principales componentes de él y existe una no despreciable capacidad instalada en la materia, particularmente en cuanto se refiere a recursos humanos calificados.

2. En virtud de lo anterior, una primera recomendación se relaciona con la necesidad de implementar medidas que ayuden a que estos elementos componentes del sistema, empiecen a establecer lazos, articulaciones y relaciones de modo tal que poco a poco puedan operar en forma sistemática. Para ello parece irrenunciable el papel del Estado en relación a establecer los lineamientos de la política de desarrollo tecnológico de cara a los desafíos del presente y del futuro previsible. En algunos casos, la creación de una instancia o "Consejo" de Innovación, puede ayudar a fin de establecer quién o quiénes están investigando y en qué áreas, a fin de coordinar esfuerzos de modo tal de especializar organismos y, al mismo tiempo, lograr masa crítica necesaria para asegurar el éxito de las investigaciones realizadas. El mismo criterio es válido en términos de articular la cooperación regional entre los INIAS nacionales a fin de especializar áreas, ganar masa crítica y escala necesaria para emprendimientos de mayor envergadura.

3. En la misma dirección de lo anterior, la utilización de mecanismos de fondos especiales concursables, debidamente encuadrados en las prioridades globales, puede ayudar de manera significativa a este propósito.

4. La búsqueda de una mayor eficiencia en el uso de los recursos no puede confundirse con la compulsión de privatizar todo cuanto sea posible. Al respecto parece necesario definir áreas de actividades y responsabilidades frente a las mismas. Qué y cuánto se hace de investigación básica y qué y cuánto de aplicada y quién es responsable de realizarla. La experiencia indica que no es la mejor opción privatizar, por ejemplo, las estaciones experimentales de los INIAS para luego tener que dar marcha atrás. Tampoco parece prudente privatizar funciones de regulación de las cuales depende en gran medida la conquista de un mercado o la preservación del mismo, como es el caso de los controles fito y zoonosanitarios y de los controles de calidad. Una alianza estratégica entre los productores, exportadores y el Estado puede ser mucho más eficiente al respecto.
5. Entre las actividades de investigación realizadas, no todas pueden medirse con criterios de rentabilidad, o al menos ello debe ser tomado en cuenta con las debidas precauciones. Las nuevas demandas en materia de medio ambiente, por ejemplo, obliga a repensar la oferta tecnológica tomando en consideración la preservación y el desarrollo de los recursos no renovables. Algo semejante ocurre con respecto a la biodiversidad.
6. En materia de oferta tecnológica, es claro que resulta prioritario abrirla a sectores más amplios de los que actualmente acceden de forma preferencial. El actual desarrollo del conocimiento en la materia posibilita abrir el paquete tecnológico de la Revolución Verde hacia productores que anteriormente quedaban excluidos por definición. Por la misma razón, disciplinas como la biotecnología en un umbral "apropiado", pueden colaborar significativamente a este propósito y ello debería ser considerado a nivel de los INIAS tanto en materia de recursos asignados como respecto a capacitación, reciclaje y formación de nuevos investigadores.
7. La democratización de la tecnología es un asunto que va más allá de la disponibilidad de tecnologías nuevas y rentables. Tiene que ver también con el acceso al capital para incorporarlas, lo cual plantea la necesidad de pensar las políticas tecnológicas desde la óptica de su adopción y de los requisitos para ello.
8. En función de lo anterior, la oferta tecnológica debe tener un grado de diversificación acorde además de lo antes señalado, respecto del medio ambiente y la biodiversidad, con los destinatarios de la misma, los sistemas agroecológicos existentes y los destinatarios de la producción. Respecto de esto último, es importante resaltar el hecho de que las nuevas condiciones imperantes en cuanto a apertura y expansión del comercio internacional, plantean nuevas y mayores exigencias en materia de calidad nutricional, aspecto de los productos, volúmenes producidos y regularidad de su suministro, más otras características específicas de cada producto y cada mercado que deben ser necesariamente tomadas en cuenta al respecto.
9. Con todo, un gran vacío dice relación con la difusión de los resultados. Existe un gran bagaje de conocimientos producidos ya sea por adaptación o innovación propia, que no llega a los productores. Ello no es asunto solamente de divulgación de resultados; como se dijo anteriormente, el acceso al capital, el control del riesgo, la capacitación, la disponibilidad de infraestructura y otros factores semejantes, juegan un papel determinante.

Bibliografía

- Alarcón, E. y E. Calles (1994), "Planeación, seguimiento y evaluación del INIFAP, México" en R. Novoa y D. Horton (eds.), *Administración de la investigación agropecuaria. Experiencias en las Américas*, ISNAR/PROCADI, Santafé de Bogotá.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (1981), *Agricultural research*, Sector Policy Paper, Washington, D.C.
- Banco Mundial (1990), *Agricultural extension, the next step*, Washington, D.C.
- (1983), *Informe sobre el desarrollo mundial, 1982*, Washington, D.C.
- Bisang, Roberto (1994), "Industrialización e incorporación del progreso técnico en la Argentina" (LC/BUE/L.136), CEPAL, Buenos Aires.
- Bonilla, S. (1989), *Sistema chileno y modelo institucional del INIA*, Fundación para el Desarrollo del Agro, Lima.
- CPU (Corporación de Promoción Universitaria)/OEA (Organización de Estados Americanos (1990), *Innovación y desarrollo tecnológico. Evaluación, selección y validación de proyectos*, Santiago de Chile.
- De Franco, Mario y Ricardo Godoy (1993), "The macroeconomic effects of technological innovations in Bolivian agriculture, en *The Journal of Development Studies*, vol. 29.
- Echeverría, R.G. (ed.) (1990), *Methods for diagnosing research system constraints and assessing the impact of agricultural research*, vol. II, "Assessing the impact of agricultural research", ISNAR, La Haya.
- Evenson, Robert. E. (1992), "Research and extension in agricultural development", ICEG, Occasional Paper no. 25.
- Evenson R. y E. da Cruz, (1989), "Evaluación del impacto de la investigación agrícola en trigo, soya y maíz. Informe para PROCISUR", citado en *Methods for diagnosing, research and assessing impact of agricultural research*, ISNAR, La Haya.
- Figueroa, A. (1986), *Productividad y aprendizaje en el medio rural: Resumen del informe comparativo*, ECIEL, Lima.
- Ghezán, G.; M. Mateos y M. Petrantonio (1995), *Innovación tecnológica de la agricultura en Argentina. El caso del INTA*, agosto, Argentina.
- Griliches, Z. (1971), "Notes of the role of education in production functions and growth accounting", en *Education, income and human capital*, Columbia University Press, Nueva York.

- Hirschman, A. (1968), "Economía política de la industrialización a través de la sustitución de importaciones en América Latina", en *Trimestre Económico*, vol. 35, no. 168.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (1993), *Inventario Institucional para 1992*, San José.
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) (1994), *Políticas institucionales*, documento interno, Santiago de Chile.
- ISNAR (Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional) (1990), *Estadísticas básicas*, La Haya.
- Katz, Jorge (1993), "Falla de mercado y política tecnológica", en *Revista de la CEPAL*, no. 50, Santiago de Chile, agosto.
- Lindarte, Eduardo (1994), *Los institutos nacionales de investigación agropecuaria: Apuntes sobre su papel y evolución*, IICA, San José.
- (1993), *Resultados iniciales del inventario institucional de recursos, capacidades y áreas de concentración en entidades de investigación en América Latina y el Caribe*, documento presentado a la II Reunión de Mecanismos Institucionales para identificación de prioridades y proyectos de investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, noviembre.
- (1990), *Technological institutions in the region: Evolution and current state*, documento presentado al Seminario Mobilizing agricultural technology to meet Central American challenges, IICA, San José, Costa Rica.
- López Cordovez, Luis (1995), *Innovación agrícola y su impacto sobre la productividad de la agricultura chilena*, documento interno, CEPAL, Santiago de Chile.
- McIntire (1995), citado en Steven R. Tabor (ed.), *Agricultural research in an era of adjustment: Policies, institutions, and progress*, ISNAR/Banco Mundial.
- Mendoza, F. (1989), *Reforzamiento del INIAP: bases para un Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria*, ISNAR, OEA, IICA.
- Muchnick, E. (1985), en citado en Steven R. Tabor (ed.), *Methods for diagnosing, research and assessing impact of agricultural research*, ISNAR, La Haya.
- Nelson, R. (1993), *National Innovation Systems. A comparative analysis*, Oxford University Press, Nueva York.
- Niosi, J.; P. Saviotti y M. Crow (1993), "National Systems of Innovation. In search of workable concept", en *Technology in society*, vol 15.

- Pardey, Philip G. y Johannes Roseboom (1988), "A global evaluation of national agricultural research investments: 1960-1985", en *The changing dynamics of global agriculture. A seminar/workshop research policy implications on national agriculture research system*, ISNAR, 22/28 septiembre.
- Pinstrup-Andersen, P. (1982), *Agricultural research and technology in economic development*.
- Pontificia Universidad Católica de Chile (1993), *Oportunidades, desafíos competitivos de la fruticultura de exportación de Chile*, Serie de Investigación no. 65, Facultad de Agronomía, Santiago de Chile.
- Ruttan, Vernon (1984), "Integrated rural development programmes: a historical perspective", en World Development, vol. 12, no. 4, abril.
- (1983), "Agricultural research policy issues", en *HortScience*.
- Schultz, Theodore W. (1963), "La modernización de la agricultura", Ed. Aguilar, Madrid.
- Seré, C. y L. S. Jarvis (1990), "The betting line on beef. Ex-ante estimates of improved pasture research benefits for Latin American Tropics", en R. Echeverría (ed.), *Methods for diagnosing, research and assessing impact of agricultural research*, ISNAR, La Haya.
- Tabor, Steven R. (ed.) (1995), *Agricultural research in an era of adjustment: policies, institutions and progress*, Banco Mundial, Washington, D.C.
- Venezian, E. (1993), *Case study: Funding of agricultural research in Chile*, documento presentado en el Seminario sobre Financiamiento de la investigación agrícola organizado por la FAO en Nairobi.
- (1992), "Investigación agropecuaria en Chile: ¿Desafío para la próxima década?", en *Panorama Económico de la Agricultura*, no. 82, Santiago de Chile.