AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

E C O N O M I A

DOCUMENTO DE TRABAJO 03-02

Análisis del sistema argentino de investigación agropecuaria

GABRIEL H. PARELLADA Y JAVIER EKBOIR

CIMMYT MR

E C O N O M I A

Documento de trabajo 03-02

Análisis del sistema argentino de investigación agropecuaria

Gabriel H. Parellada[1] y Javier Ekboir[2]

[1] Instituto de Economía y Sociología, INTA
[2] Programa de Economía del CIMMYT

Notas: Cuando se preparó este documento, el sistema de investigación argentino se encontraba en un proceso de profunda reestructuración. La información que aquí se presenta refleja los cambios ocurridos hasta enero de 2000.

Los autores agradecen la colaboración del Lic. Daniel Lema en la elaboración de los flujos de financiamiento del SIN; y del Lic. Mariano Laffaye y la Ing. Magdalena Marino por la recopilación y elaboración de la información estadística. Todos ellos, sin embargo, quedan exentos de cualquier responsabilidad por el contenido de este informe. El financiamiento de esta investigación fue proporcionado por el Banco Interamericano de Desarrollo (Donativo # CIMMYT/BID ATN/SF-5790-RG).

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT®) (www.cimmyt.mx) es una organización internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación. Tiene su sede en México y colabora con instituciones de investigación agrícola de todo el mundo para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de maíz y trigo para los agricultores de escasos recursos en los países en desarrollo. El CIMMYT forma parte de los 16 centros de Future Harvest dedicados a la investigación sobre cultivos alimentarios y el medio ambiente. Con oficinas en todo el mundo, los centros de Future Harvest llevan a cabo investigación colaborativa con agricultores, científicos y formuladores de políticas para combatir la pobreza y aumentar la seguridad alimentaria, al tiempo que protegen los recursos naturales. Son financiados por el Grupo Consultivo sobre la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (www.cgiar.org), entre cuyos miembros se cuentan cerca de 60 países, organizaciones tanto internacionales como regionales y fundaciones privadas. El CIMMYT recibe fondos para su agenda de investigación de varias fuentes, entre las que se encuentran fundaciones, bancos de desarrollo e instituciones públicas y privadas.

® Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 2003. Derechos reservados. El CIMMYT es el único responsable de esta publicación. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en esta publicación de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de éstos, o respecto a la delimitación de sus fronteras. El CIMMYT autoriza el uso de este material, siempre y cuando se cite la fuente.

Cita correcta: Parellada, Gabriel H. y J. Ekboir. 2003. *Análisis del sistema argentino de investigación agropecuaria*. México, D.F.: CIMMYT.

Descriptores AGROVOC: Economía agrícola; políticas agrícolas; producción de semilla; cultivo; economías de mercado; controles de importación; control de exportación; políticas económicas; Argentina
Códigos de categorías AGRIS: E10 Economía y políticas agrícolas
A50 Investigación agrícola
Clasificación decimal Dewey: 338.182
ISSN: 0258-8595

Impreso en México

Indice

Página

iv Siglas
v Cuadros
v Figuras
vi Resumen

1 1. Introducción
3 2. Breve caracterización de la agricultura argentina
3 2.1 Hitos tecnológicos de la agricultura pampeana
4 2.2 El PBI agropecuario
7 2.3 Importancia de las exportaciones de origen agropecuario
8 3. El sistema nacional de investigación
10 3.1 El sistema formal de investigación
10 3.1.1 Regulación del sistema de investigación
10 3.1.2 Instituciones de investigación dependientes del gobierno nacional
13 3.1.3 El sistema universitario
15 3.2 El sistema no centralizado de investigación
16 3.3 Flujos de financiamiento del SI
17 3.3.1 Fuentes de financiamiento
17 3.3.2 Administradores de fondos
19 3.4 Incentivos a los investigadores
20 4. Actividades innovadoras en Argentina
23 5. El SNI agropecuario
28 6. Conclusiones
29 7. Referencias

Siglas

AACREA	Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria
AAPRESID	Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa
CONEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
CONICET	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
FONCYT	Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología
FONTAR	Fondo Nacional Tecnológico Argentino
GACTEC	Gabinete Científico-Tecnológico
INA	Instituto Nacional del Agua
INIDEP	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
SAGPyA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación
SETCIP	Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva
SI	Sistema Nacional de Investigación
SNI	Sistema Nacional de Innovación

Cuadros

Página

5 Cuadro 1. PBI a precio de mercado, valor agregado a precios de productor (millones de pesos corrientes).
6 Cuadro 2. Valor agregado por rubros más importantes y participación sobre el total agropecuario.
6 Cuadro 3. Principales indicadores de la producción de granos (promedios quinquenales).
7 Cuadro 4. Valor de las exportaciones argentinas, 1980-1999 (en millones de dólares estadounidenses corrientes).
8 Cuadro 5. Composición de las exportaciones del sector primario (en % del total del sector).
21 Cuadro 6. Gastos en actividades científicas y tecnológicas (en millones de pesos de 1998).
22 Cuadro 7. Gasto en ciencia y tecnología por objetivo socioeconómico (en porcentaje del total).
22 Cuadro 8. Proyectos de ciencia y técnica por ciencias, al 31 de diciembre de 1994-1998 (cifras estimadas).
22 Cuadro 9. Investigadores por sector en 1999 (% del total).
23 Cuadro 10. Graduados universitarios por disciplina científica en 1996 (personas físicas).

Figuras

Página

11 Figura 1. Flujos de financiamiento del SNIA.
24 Figura 2. Presupuesto del INTA en millones de pesos de 1998.

Resumen

El sector agropecuario ha desempeñado siempre un papel fundamental en la economía argentina. En la segunda mitad del siglo XX, los productos de origen pampeano tuvieron un fuerte crecimiento gracias a la adopción masiva de nuevas tecnologías de comercialización y producción. Estas tecnologías fueron desarrolladas por redes de agentes que incluyeron en forma prominente productores innovadores, empresas privadas e investigadores de instituciones públicas. Sin embargo, las instituciones mismas tuvieron una participación limitada, y su mayor impacto se derivó del desarrollo de semillas mejoradas de los principales cultivos pampeanos.

En la primera mitad del siglo XX, Argentina construyó un sistema público de investigación fuerte, localizado fundamentalmente en las universidades nacionales. Una característica del sistema es que estaba organizado en base a una concepción lineal de la ciencia, la que desincentivaba las colaboraciones interdisciplinarias, interinstitucionales y/o con agentes que no fueran investigadores formales. A partir de la década del 50, Argentina creó un número de institutos tecnológicos destinados a prestar apoyo técnico a las políticas públicas. El sistema público comenzó a deteriorase por cuestiones políticas y económicas a partir del golpe de estado de 1966 y no ha podido recuperarse hasta la fecha.

En la década del 90 hubo algunos intentos de reformar el sistema público, pero estos esfuerzos no tuvieron éxito por falta de continuidad y de recursos. A pesar del deterioro del sistema público de investigación, el sector privado argentino (especialmente las empresas proveedoras de insumos y asociaciones de productores) generó una oferta continua de innovaciones. La característica de estas innovaciones es que no requerían inversiones importantes en investigación (por ejemplo, tecnologías de manejo de cultivos) o eran importadas directamente de los países desarrollados (por ejemplo, agroquímicos).

Análisis del sistema argentino de investigación agropecuaria

1. Introducción

El sector agropecuario desempeña un papel fundamental en la economía argentina, tanto por su contribución directa e indirecta al producto bruto interno como por su relevancia en las cuentas externas. Las exportaciones argentinas se concentran principalmente en cuatro grandes rubros: granos, carnes, derivados del petróleo y automotores. El aumento de las exportaciones de estos bienes determina el ritmo de expansión de la economía, ya que de ellos depende la capacidad de importar bienes de capital e intermedios esenciales para el crecimiento del resto de la economía.

La agricultura argentina, principalmente la de origen pampeano (es decir, granos y carnes), ha tenido una expansión considerable desde la década del 70, como resultado del desarrollo y la adopción masiva de nuevos paquetes tecnológicos (introducción de soja, trigos con germoplasma mexicano, híbridos de maíz y girasol y siembra directa), inducido por nuevas políticas macroeconómicas y sectoriales.

Los paquetes tecnológicos incluyeron insumos y conocimientos generados por agentes públicos y privados que interactuaron por medio de mecanismos formales e informales. Estos agentes, sus interacciones y normas (formales e informales), constituyen el Sistema Nacional de Innovación (SNI). Uno de sus componentes esenciales es el Sistema de Investigación (SI), formado por instituciones tradicionales y no tradicionales de investigación. Este trabajo analiza la estructura del SI agropecuario argentino.

Hace 40 años, Argentina tenía un SI formal de primer nivel internacional, pero poco integrado con el sector productivo. Esta estructura compartamentalizada había sido creada a partir de una concepción lineal de los procesos científicos y tecnológicos, según la cual los desarrollos científicos se efectuaban en los institutos de investigación y después de un proceso de investigación adaptativa eran transferidos a los usuarios. Esta concepción también influyó en la organización de las instituciones de investigación que se formaron sobre la base de disciplinas científicas, con poco espacio para el desarrollo de actividades interdisciplinarias y de sistemas. Si bien el SI agropecuario se organizó sobre esta misma base, hubo algunos factores que interactuaron para promover procesos muy dinámicos de adopción de tecnologías:

- Las políticas macroeconómicas que se adoptaron a partir de 1930 originaron un sesgo contrario al sector agropecuario pampeano. Los productores pampeanos se vieron obligados a buscar activamente tecnologías que les permitieran compensar los sesgos. En cambio, los empresarios industriales y los productores agropecuarios de insumos para la industria nacional que surgieron después del establecimiento de políticas de sustitución de importaciones, estaban protegidos de la competencia internacional (Katz, 2001). Su mayor preocupación era contar con una buena administración financiera que les permitiera superar

las sucesivas crisis de balanza de pagos y las modificaciones a las políticas macroeconómicas. Por tanto, la adopción de innovaciones como instrumento para aumentar la competitividad era una prioridad menor.

- Muchos desarrollos tecnológicos no son intensivos en ciencia, es decir, no requieren grandes instalaciones, insumos costosos o profesionales con formación doctoral. Esta característica permitió que agentes del sector privado desarrollaran componentes esenciales del paquete. En esta categoría se encuentran la mayoría de los desarrollos de maquinaria y tecnologías de manejo de cultivos. Estas últimas, en particular, requieren una visión sistémica de las empresas agropecuarias, pero en las instituciones formales de investigación no había espacio para ellas. Por esa razón, los productores agropecuarios de mayores recursos formaron asociaciones a fin de generar las mencionadas tecnologías (Ekboir y Parellada, 2000).
- Otros desarrollos que sí son intensivos en ciencia, como los agroquímicos, pueden ser fácilmente introducidos desde otros países. Las similitudes ecológicas y estructurales de producción entre la región pampeana y las principales regiones agropecuarias del hemisferio norte, favorecieron en Argentina la instalación temprana de empresas multinacionales productoras de semilla de híbridos.
- La interacción activa entre los programas de mejoramiento de trigo argentinos (Buck, INTA y Klein) y el CIMMYT, hizo posible la introducción de germoplasma mexicano en semillas adaptadas a las regiones trigueras argentinas.
- Desde el principio, el INTA estableció un sistema de extensión agropecuaria, que compensó en parte el aislamiento de sus investigadores. Sin embargo, los equipos de investigación de universidades e institutos de investigación en otras ramas de la ciencia, al no contar con un mecanismo similar, tuvieron un impacto muy limitado.

A partir de 1966, el SI hizo frente a una serie de crisis que aún no ha superado. En primer lugar, una gran cantidad de investigadores del sector público emigraron a causa de los golpes militares de 1966 y 1976. Después del retorno a la democracia en 1983, las instituciones públicas de investigación perdieron apoyo social por su reducida capacidad operativa y poca interacción con el aparato productivo. Finalmente, dadas las severas crisis económicas del país, los gobiernos sucesivos restringieron sus contribuciones para la ciencia y técnica, hecho que mermó aún más la capacidad operativa de las instituciones públicas. Si bien se reconocía que el SI estaba en crisis, no se promovió ninguna discusión sobre cuál debería ser la función del sistema en la sociedad argentina. Para responder a la crisis, las instituciones de investigación introdujeron cambios parciales en los mecanismos de financiamiento y en los patrones de interacción con otros agentes del SNI. Sin embargo, al no existir una visión integrada del SNI, estas acciones han carecido de una línea conductora y no han afectado factores clave que determinan la eficiencia de las instituciones de investigación. Por ejemplo, no se hizo ninguna revisión del conjunto de incentivos ofrecidos a investigadores y administradores.

En la segunda sección se describe brevemente la agricultura pampeana y los principales hitos tecnológicos de la segunda mitad del siglo XX. En la tercera sección se analiza el sistema de investigación y se establece la diferencia entre los sistemas centralizado y no centralizado de investigación. En la cuarta sección se presentan algunos indicadores de las actividades innovadoras en Argentina y de las interacciones entre los diferentes componentes del SNI. Por último, la sección cinco analiza en detalle el SI agropecuario.

2. Breve caracterización de la agricultura argentina

Desde el punto de vista agroecológico, Argentina puede dividirse en dos grandes macrorregiones: la región pampeana y la extra-pampeana (Cascardo et al., 1991; SAGPyA, 1997). La región pampeana, que abarca el centro-este del país, es una llanura relativamente homogénea, con una extensión aproximada de 50 millones de hectáreas. En esta región se genera más del 60% del PBI agropecuario, el 80% de los granos y 70% de las carnes vacunas. La producción agrícola se concentra en cinco granos: girasol, maíz, sorgo, soja y trigo. Argentina exporta una proporción importante de su producción de granos y carnes vacunas, y desempeña un papel preponderante en los mercados internacionales de dichos productos.

La región extra-pampeana ocupa el resto del país y tiene una gran diversidad de paisajes, que varían desde selvas subtropicales a regiones semiáridas templadas y tundra. Estas regiones se especializaron en una amplia gama de productos agropecuarios (azúcar, algodón, té, tabaco, arroz, etc.), orientados principalmente al abasto del consumo interno y la producción de insumos para la industria nacional.

2.1 Hitos tecnológicos de la agricultura pampeana

Desde la década del 60, la agricultura pampeana mostró un fuerte dinamismo sustentado en la adopción rápida y masiva de tecnologías modernas. Estas tecnologías fueron desarrolladas por un número importante de agentes que interactuaron por medio de mecanismos formales e informales.

A partir de los años 60, los productores agropecuarios pampeanos sustituyeron masivamente los caballos por tractores y adoptaron la cosecha mecánica. Los detonantes de esos cambios fueron la estabilización de la estructura agraria, luego de las políticas antiagrarias del gobierno peronista, el crecimiento de los mercados agropecuarios (internos y externos) y la disponibilidad de créditos subsidiados para la compra de maquinaria (Flichman, 1978).

En 1976 se inició un proceso de desregulación parcial de la economía, que incluyó la disminución de los aranceles de importación y un aumento de los impuestos a la exportación de bienes agropecuarios. Estos cambios indujeron alzas en las tasas de interés, una revaluación del peso frente al dólar y un crecimiento de los índices de inflación que culminaron en un proceso hiperinflacionario en 1989. La creciente inestabilidad económica y el cambio en los precios relativos resultantes de las nuevas políticas forzaron a todos los sectores productivos a realizar grandes ajustes. Asimismo, la contracción de la actividad industrial causó una fuerte crisis económica, que Argentina superó apenas a mediados de los años 90.

La rentabilidad de los bienes exportables, entre ellos los productos agrícolas pampeanos, cayó debido a la sobrevaluación del peso. Ante la necesidad de mantener su competitividad, a mediados de los 70 los productores pampeanos adoptaron un paquete tecnológico que incluía soja como cultivo único o en cultivo doble con trigo, semillas mejoradas (híbridos de

maíz o trigos con germoplasma mexicano), mayor uso de agroquímicos (fertilizantes y herbicidas), labranza mínima y maquinaria moderna. La alta productividad de este paquete compensó con creces el sesgo antiexportador de las políticas macroeconómicas. Entre 1974 y 1985 la producción de granos en la región pampeana fue el único sector económico con un crecimiento positivo, saltando de alrededor de 20 millones de toneladas en 1974 a 35 millones en 1984.

La creciente inestabilidad de la sociedad argentina derivó en un proceso hiperinflacionario en 1989. Así, para estabilizar la economía, el gobierno puso en marcha en 1991 el denominado "Plan de Convertibilidad". Este plan establecía una tasa de cambio fija del peso frente al dólar, eliminaba varias regulaciones, entre ellas las de los impuestos a las exportaciones agropecuarias, y privatizaba servicios esenciales para el sector agropecuario (por ejemplo, transportes, puertos y teléfonos). La nueva estabilidad de la economía, combinada con servicios más eficientes y nuevas formas asociativas y de comercialización, aceleró el proceso de adopción de un nuevo paquete tecnológico basado en la siembra directa (Ekboir y Parellada, 2000).

La difusión masiva de la siembra directa permitió un aumento substancial de los rendimientos en los principales granos, una caída de los costos de producción y la expansión de la superficie sembrada fuera de la región pampeana. La incorporación del riego complementario para el maíz permitió un aumento considerable de los rendimientos en el área central de la Provincia de Buenos Aires. Durante el período 1997-1998 se logró una producción récord de 19 millones de toneladas métricas de maíz en una superficie similar a la requerida 25 años antes para producir 8 millones. La tasa anual de crecimiento del rendimiento de granos por hectárea durante el período mencionado fue de 3.5 (Reca y Parellada, 2001.)

En 1988 el 85% de la tierra era explotada directamente por sus dueños (INDEC, 1988). Sin embargo, en los últimos años han proliferado diferentes mecanismos de arrendamiento, entre los que se destacan los consorcios de siembra, los fondos de inversión directa y los arrendamientos plurianuales. La característica común de estos sistemas es que inversores no vinculados a la agricultura aportan fondos para la producción de granos utilizando las tecnologías más modernas (por lo general con maquinaria y tierra alquilada) bajo la administración de profesionales de la agricultura. Estos sistemas otorgan gran flexibilidad a los diferentes agentes para reaccionar frente a cambios en las condiciones de mercado.

La difusión de los arrendamientos de maquinaria aceleró la adopción de tecnologías modernas, en virtud de que los contratistas, al dar un mayor uso al equipo, renuevan el parque de maquinaria con más frecuencia que los pequeños productores.

2.2 El PBI agropecuario

El valor del PBI argentino aumentó de 237 mil millones en 1993 a 282 mil millones de pesos en 1999 (19%).[1] En este mismo período, el PBI agropecuario aumentó de casi 12 mil millones a 15 mil millones de pesos en 1998 (25%); pero en 1999 descendió a 11.6 mil millones debido

[1] Entre 1991 y 2001 la tasa de cambio de pesos por dólar estuvo fijada por ley en 1:1.

a una fuerte caída de los precios internacionales de cereales y oleaginosas. La caída en el valor de la producción agropecuaria fue parcialmente compensada por un fuerte crecimiento en la producción física de granos, que aumentó de aproximadamente 35 millones de toneladas a principios de los 90 a cerca de 65 millones en el 2000 (85% de crecimiento). El crecimiento de la producción agropecuaria fue la consecuencia de la adopción masiva de un nuevo paquete tecnológico.

Si bien la participación del sector agropecuario en el PBI total ha oscilado alrededor del 5.3% (Cuadro 1), su importancia radica en que aproximadamente el 24% del PBI industrial corresponde a agroindustrias (alimentos, bebidas, tabacos, textiles, industria de la madera y fabricación de papel) y el 60% de las exportaciones a productos agropecuarios o manufacturas de origen agropecuario. Tradicionalmente, el ritmo de crecimiento de las exportaciones agropecuarias determinaba los límites de expansión de la economía argentina. Las industrias que crecieron al amparo de las políticas de sustitución de importaciones demandaban insumos y bienes de capital importados; es decir, el crecimiento del sector industrial determinaba la demanda de divisas. En cambio, la oferta de divisas dependía casi exclusivamente de la capacidad exportadora del sector agropecuario y de unos cuantos productos primarios (por ejemplo, petróleo) o industriales (por ejemplo, caños de acero).

Cuadro 1. PBI a precio de mercado, valor agregado a precios de productor (millones de pesos corrientes).

Sector/periodo	1993	1994	1995	1996	1997	1998*	1999*
PBI total	236,505	257,440	258,032	272,150	292,859	298,132	282,769
PBI agropecuario	11,737	12,609	13,253	14,664	14,625	15,275	11,636
Participación % en el PBI	4.96	4.90	5.14	5.39	4.99	5.12	4.12
PBI de la industria manufacturera	43,138	45,873	44,502	47,723	53,382	53,266	48,471
Participación % en el PBI	18.24	17.82	17.25	17.54	18.23	17.87	17.14

(*) Estimaciones preliminares.
Fuente: INDEC, 1999.

Las producciones pampeanas (cereales, oleaginosas y ganadería vacuna) constituyen los principales rubros del PBI agropecuario y determinan en gran medida la tasa de crecimiento de este último. De hecho, la participación de cereales, oleaginosas y forrajeras en el valor bruto de la producción agropecuaria aumentó de 28% en 1993 a 32% en 1998, mientras que, en los mismos años, la ganadería vacuna cayó del 22% al 17% (Cuadro 2).

Durante el periodo 1970-1997, la producción agrícola creció a una tasa anual del 3.2%. Sin embargo, la productividad total de los factores de producción en el mismo período creció a una tasa anual del 1.6%. La diferencia en las tasas de crecimiento se explica por el aumento en el volumen físico de los factores de producción, principalmente agroquímicos (Lema, 1999). La apertura de la economía desempeñó un papel fundamental en este proceso por la baja de precio de los insumos importados de alto impacto productivo, sobre todo agroquímicos y maquinaria agrícola.

Cuadro 2. Valor agregado por rubros más importantes y participación sobre el total agropecuario.

	1993 VAB/VBP	1993 Part.S/total	1998 VAB/VBP	1998 Part.S/total
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	0.67	100.0	0.63	100.0
Agricultura, ganadería, caza y servicios conexos	0.66	98.2	0.62	97.7
Producción vegetal	0.70	56.9	0.65	59.8
Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras	0.62	28.9	0.58	32.7
Cultivo de hortalizas, legumbres, flores y plantas	0.81	10.9	0.81	11.0
Cultivo de frutas excepto vid para vinificar y nueces	0.76	4.1	0.73	3.9
Cultivos industriales	0.81	9.5	0.74	8.9
Otros de producción vegetal*	0.82	3.5	0.77	3.2
Producción animal	0.60	36.7	0.55	31.1
Cría de ganado bovino	0.64	22.0	0.59	17.3
Cría de ganado ovino	0.94	0.7	0.82	0.7
Cría de ganado porcino	0.54	1.0	0.54	0.7
Cría de ganado equino	0.90	0.3	0.93	0.2
Cría de ganado caprino	0.90	0.1	0.90	0.1
Producción de leche	0.64	7.4	0.58	7.1
Cría de aves de corral	0.32	2.4	0.35	2.8
Apicultura	0.44	0.2	0.47	0.2
Otros de producción animal**	0.66	2.6	0.46	1.9
Servicios agrícolas y pecuarios, excepto los veterinarios	0.73	4.5	0.78	6.8
Caza, repoblación de animales de caza y servicios conexos	0.77	0.1	0.75	0.1
Silvicultura, extracción de madera y servicios conexos	0.90	1.8	0.90	2.3

Notas: VAB = valor agregado bruto; VBP = valor bruto de producción.* Incluye producción de semillas y de otras formas de propagación de cultivos agrícolas.** Incluye lana, pelo de ganado y huevos, cría de animales pelíferos y plumíferos, y productos de origen animal.

Fuente: Reca y Parellada (2001).

La producción de cultivos anuales, básicamente cereales y oleaginosas, creció a una tasa anual promedio del 6.7% en la década del 90, en marcado contraste con lo ocurrido entre 1970 y 1990, cuando el crecimiento fue del 2% anual. Lo mismo sucedió con la evolución de los rendimientos, que aumentaron a una tasa anual de 3.6% en los años 90, y de 2% en los últimos 20 años. La superficie sembrada en la década del 90 aumentó a 2.4% anual. En consecuencia, el aumento de la producción es resultado de los incrementos de la superficie cultivada y/o los rendimientos (Reca y Parellada, 2001). Estos incrementos fueron impulsados por los cambios tecnológicos y una mayor oferta de servicios dirigidos al sector (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales indicadores de la producción de granos (promedios quinquenales).

	Maíz		Sorgo		Soja		Girasol		Trigo	
Periodo	Superficie	Producción	Superficie	Producción	Superficie	Producción	Superficie	Producción	Superficie	Producción
1961-1965	2,836	4.98	856	1.36	12	0.01	920	0.67	4,916	7.54
1978-1982	2,903	9.46	2,098	6.47	1,729	3.52	1,673	1.58	5,548	9.46
1995-2000	2,962	15.10	694	2.98	7,190	16.17	3,383	5.83	6,060	14.98

Superficie en miles de hectáreas; producción en millones de toneladas.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la FAO.

2.3 Importancia de las exportaciones de origen agropecuario

Las variaciones en la composición de las exportaciones reflejan los cambios estructurales ocurridos en la economía argentina. Las exportaciones totales crecieron de 8 mil millones en 1980 a 23 mil millones de dólares en 1999. En este periodo, las ventas externas de productos agropecuarios (sin procesar o de manufacturas de origen agropecuario) cayeron del 79% al 58% del total (Cuadro 4). Esta caída de la participación en las exportaciones agropecuarias fue causada por 1) la considerable expansión de las exportaciones de petróleo y gas, sobre todo después de la privatización de la empresa petrolera estatal, 2) el aumento de las exportaciones de automotores gracias a los regímenes promocionales para exportarlos a Brasil, y 3) la fuerte caída de los precios internacionales de los granos y oleaginosas en 1999. A pesar de la caída de los precios, el volumen de las exportaciones de productos agropecuarios aumentó entre 1980 y 1999 más del 100%.

Entre 1980 y 1999, el valor de las exportaciones, tanto de bienes primarios como de manufacturas de origen agropecuario, creció a una tasa anual del 3.1%. Sin considerar el año de 1999 (afectado por la caída de los precios agrícolas), se observan dos tendencias claras: un fuerte crecimiento en las exportaciones de los productos tradicionales (cereales,

Cuadro 4. Valor de las exportaciones argentinas, 1980-1999 (en millones de dólares estadounidenses corrientes).

Rubro	1980	1985	1990	1995	1998	1999	Tasa anual de cambio (%) 1980/1999
Primarios	**3,194**	**3,607**	**3,339**	**4,816**	**6,603**	**5,249**	**3.1**
Pescados y mariscos sin procesar	135	144	300	498	526	508	9.2
Hortalizas y legumbres sin procesar	121	94	178	268	461	271	8.8
Frutas frescas	184	123	204	417	492	460	7.9
Cereales	1,631	2,262	1,374	1,863	3,042	2,064	0.6
Semillas y frutos oleaginosos	671	735	828	885	1,052	871	2.2
Lanas sucias	235	67	94	86	40	39	-5.4
Resto de productos primarios	217	182	361	799	990	3,100	
MOA	**2,951**	**2,596**	**4,664**	**7,474**	**8,762**	**8,173**	**7.8**
Carne	966	398	873	1,229	830	828	2.6
Pescados y marisco procesados	8	5	15	416	386	296	37.3
Productos lácteos y huevos	21	16	125	260	315	369	16.5
Productos de molienda	23	25	65	90	165	131	16.5
Grasas y aceites	524	993	1,151	2,097	2,734	2,334	9.8
Resid. y dep. de industria alimentaria	413	515	1,200	1,254	2,006	2,052	9.9
Resto de MOA	996	644	1,235	2,128	2,326	2,163	
Primarios + MOA	**6,145**	**6,203**	**8,003**	**12,290**	**15,365**	**13,422**	
Petróleo y gas	280	636	985	2,169	2,451	2,950	14.7
MOI	1,596	1,556	3,364	6,504	8,624	6,936	11.9
Petróleo y gas + MOI	**1,876**	**2,192**	**4,349**	**8,673**	**11,075**	**9,886**	
Total	**8,021**	**8,395**	**12,352**	**20,963**	**26,440**	**23,308**	**7.6**
Como porcentaje del total exportado							
Primarios	40	43	42	23	25	23	
MOA	37	31	38	36	33	35	
Primarios + MOA	77	74	65	59	58	58	

Primarios: cereales, semillas oleaginosas, pescado fresco y otros productos agropecuarios no procesados.
MOA: Manufacturas de origen agropecuario.
MOI: Manufacturas de origen industrial.
Fuente: INDEC, 1999.

oleaginosas y carnes); y un crecimiento más sólido de las exportaciones de productos no tradicionales como pescados, hortalizas, frutas frescas, productos lácteos y de molienda (Cuadro 5). La caída en las exportaciones de semillas oleaginosas entre 1986-1988 y 1996-1998 fue causada por el impulso que se dio a la exportación de aceites (comparada con la exportación de semillas sin procesar).

Cuadro 5. Composición de las exportaciones del sector primario (en % del total del sector).

	1976/78	1986/88	1996/1998
Pescado	4.0	10.6	9.7
Hortalizas	3.9	3.1	6.0
Frutas	7.7	6.5	8.1
Cereales	59.6	43.5	47.5
Oleaginosos	12.5	24.1	13.0
Fibra de algodón	4.7	2.2	5.8

Fuente: Ministerio de Economía, 1999.

3. El sistema nacional de investigación

El SI argentino consta de dos subsistemas: el centralizado y el no centralizado. El primero está constituido por organismos oficiales y privados que participan formalmente en la definición de las políticas públicas (la asignación de recursos para la investigación), o que dependen de estos organismos públicos. El segundo subsistema lo integran empresas, organizaciones no gubernamentales e individuos que realizan investigación fuera de las estructuras del subsistema centralizado.

El núcleo del sistema centralizado está conformado por un conjunto de instituciones públicas. Muchas de estas instituciones fueron creadas en el marco del modelo de sustitución de importaciones. Este modelo se basaba en la idea de que la industria nacional se encontraba en una etapa inicial, por lo que se requería una acción firme del Estado para favorecer su desarrollo. Dentro de este modelo, los institutos públicos tenían el papel de generar tecnologías de punta para la industria nacional, en particular para las empresas públicas (Bisang y Malet, 1999).

Dos características de la política nacional en ciencia y tecnología en esa época fueron el establecimiento de instituciones públicas con cobertura nacional o regional para resolver problemas concretos, y la dependencia funcional de las instituciones de investigación del ministerio vinculado temáticamente a los mismos (por ejemplo, el INTA dependía de la Secretaría de Agricultura). Así, en la década del 50 se crearon numerosas instituciones con mandatos superpuestos (por ejemplo, INTA, INTI e INA), pero con pocas instancias de coordinación y centradas en sí mismas (Bisang y Malet, 1999).

Los siguientes cuatro factores determinaron la falta de integración entre los institutos públicos y el aparato productivo:

- La política de sustitución de importaciones no incentivaba la innovación en las empresas, por lo que éstas no buscaban proveedores de tecnología.
- La mayoría de los institutos públicos de investigación tenían la misión de apoyar al sector público en sus respectivas áreas de competencia.

- Los institutos se organizaron con base en una concepción lineal de la ciencia, según la cual la función de los institutos de investigación consistía en generar tecnologías que luego se ofrecían a los usuarios. Según esta concepción, la falta de adopción de las nuevas tecnologías no se debía a problemas en la etapa de generación ni en problemas en la identificación las necesidades tecnológicas, sino en el proceso de adopción.
- Los esquemas de incentivos a los científicos y los administradores de las instituciones públicas de investigación no propiciaban la interacción con otros actores fuera de sus institutos (por ejemplo, no se permitía a los investigadores realizar docencia, consultorías o proyectos conjuntos).

Con este esquema, los institutos no lograron establecer contactos sólidos con las industrias para las que deberían trabajar. Este hecho limitó el proceso de transferencia de tecnologías (Bell, 1993).[2] La gran excepción fueron las instituciones de investigación vinculadas al sector agropecuario (INTA y algunos grupos de investigadores universitarios).

Los procesos de apertura económica y desregulación implementados en la década del 90 forzaron un importante ajuste en el comportamiento de los agentes públicos y privados. La reducción del papel del sector público (incluyendo la de las instituciones de ciencia y técnica) y una mayor competencia internacional, crearon nuevas necesidades y oportunidades tecnológicas para los diferentes actores del SNI argentino. Entre las consecuencias más importantes para la ciencia y la tecnología se cuentan la caída de las inversiones públicas (infraestructura y financiamiento de las instituciones de investigación), así como un acceso más fácil a proveedores internacionales de tecnologías.

En respuesta a estas circunstancias, el gobierno nacional y las instituciones públicas de investigación implementaron una serie de cambios. Desde el gobierno central, se redujeron los aportes directos y se crearon mecanismos de financiamiento competitivos. A nivel de las instituciones, se definieron nuevas reglas de interacción con otros agentes del SNI y se buscaron nuevas fuentes de financiamiento, entre las que se destacan proyectos conjuntos con el sector privado y la venta de bienes y servicios. Estos cambios tuvieron resultados diversos. Entre los resultados positivos se observa una mayor integración de los institutos nacionales con los usuarios de sus tecnologías y una diversificación en las fuentes de fondos. Entre las consecuencias negativas figuran un fuerte debilitamiento de la capacidad operativa de los institutos, una creciente importancia de proyectos cuyos resultados pueden comercializarse y un sesgo hacia proyectos de corto plazo y poca complejidad.

Estos cambios se han introducido en forma desarticulada. En particular, no se ha promovido una discusión para definir la función que deben desempeñar cada una de las instituciones dentro del SI. Por ejemplo, se ha promovido la investigación en las universidades, sin definir previamente para cada una de éstas si serán centros de

[2] Las leyes de defensa de la competencia indujeron a las empresas privadas en EUA a establecer vínculos con institutos públicos de investigación y con universidades. En consecuencia, el desarrollo de estas instituciones fue menos autónomo (Mowery y Rosenberg, 1993).

investigación avanzada, centros de enseñanza o una mezcla de ambos.[3] Esta definición es necesaria para establecer sistemas de reclutamiento, mecanismos de incentivos y políticas de inversiones adecuadas a cada función (ver más adelante).

3.1 El sistema formal de investigación

3.1.1 Regulación del sistema de investigación

El gobierno nacional es el principal responsable de la definición de las políticas tecnológicas, incluida la organización del SI; el poder de decisión de las provincias en estas áreas es reducido. En general, la investigación agropecuaria es más descentralizada que la de otros sectores por la regionalización del INTA, introducida a fines de la década del 80, y por la creación de universidades en las provincias.

En el SI argentino participan cuatro tipos de agentes públicos: entes reguladores, entes financiadores, ejecutores de la investigación y formadores de recursos humanos; algunos pueden pertenecer a más de una categoría. La Figura 1 muestra las interacciones entre las principales instituciones involucradas en los subsistemas centralizado y no centralizado.

Las normas de funcionamiento del sistema centralizado son fijadas por el Poder Ejecutivo y el Congreso Nacional. El Poder Ejecutivo actúa por conducto de la Secretaría de Tecnología, Ciencia e Innovación Productiva (SETCIP), el Ministerio de Educación y el Ministerio de Economía, fijando políticas, normas de funcionamiento y de asignación de recursos. Ambas cámaras del Congreso Nacional cuentan con comisiones de ciencia y tecnología, cuya función es evaluar el desempeño del sector y promover leyes que regulen su funcionamiento. Además, el Congreso puede modificar las partidas para ciencia y técnica contenidas en la propuesta del presupuesto nacional.

La SETCIP es responsable de programar y coordinar la investigación a nivel nacional, generar mecanismos de seguimiento, evaluar las actividades de los distintos agentes que participan en el sistema centralizado, y fomentar las interacciones entre los diferentes agentes públicos y privados que participan en el SI. Los organismos de ciencia y técnica provinciales realizan tareas similares en el ámbito de sus provincias, y su actividad complementa las de la SETCIP.

Dentro de la SETCIP funcionan dos instituciones centrales del SI: la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Agencia) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICET). La Agencia patrocina proyectos de investigación e innovación, mientras que el CONICET financia y ejecuta fundamentalmente actividades de investigación.

3.1.2 Instituciones de investigación dependientes del gobierno nacional

El CONICET es la institución ejecutora más importante en Argentina. Funciona como un ente autárquico del Estado en jurisdicción de la SETCIP. La dirección del CONICET está a

[3] En todo el mundo, la investigación avanzada se realiza en institutos de excelencia. En algunos casos, como Estados Unidos, varios de estos centros también funcionan como universidades; pero existen, además, universidades de enseñanza, donde los requerimientos e incentivos a los profesores están definidos en función de la actividad docente y no de investigación (Ekboir y Parellada, 1999).

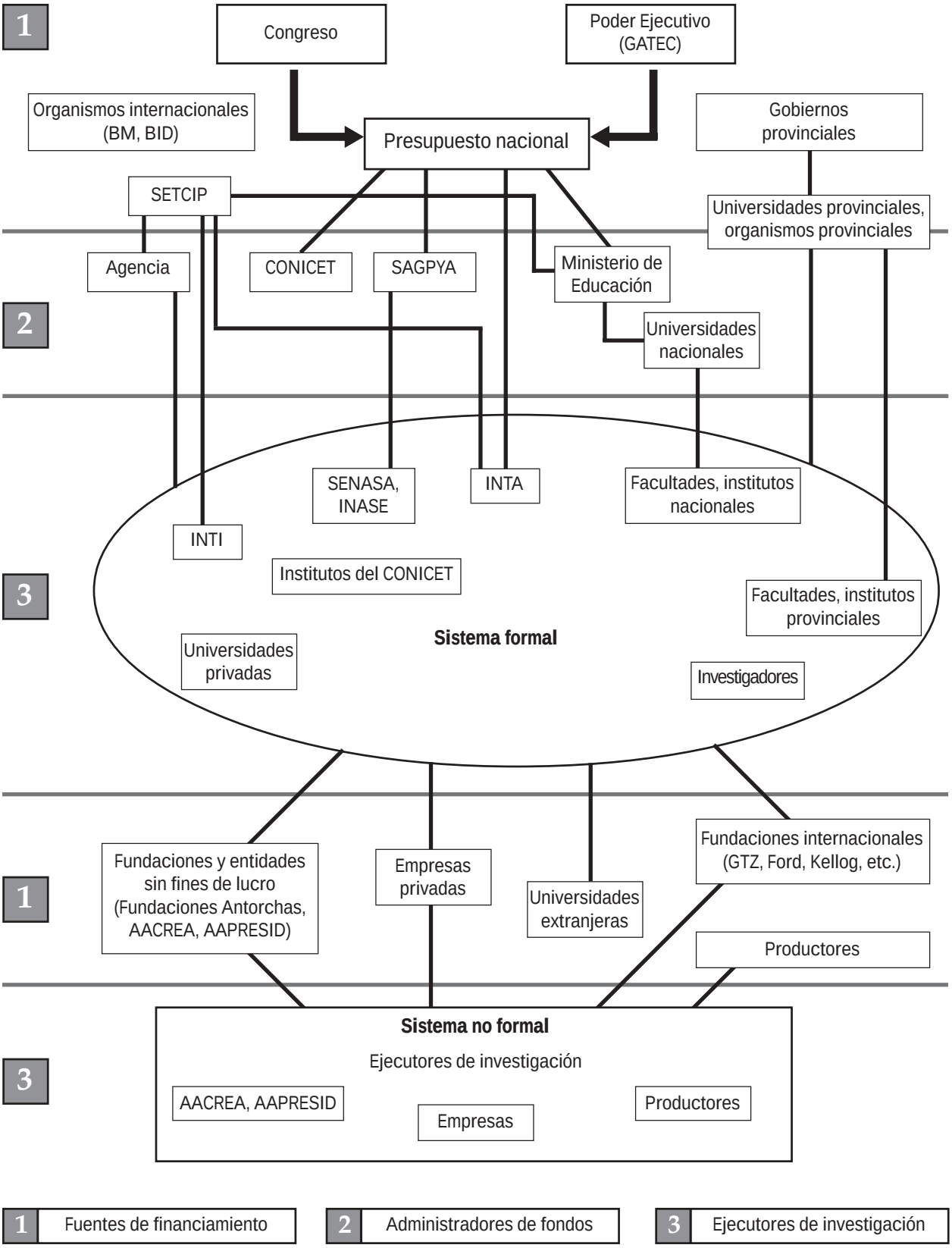

Figura 1. Flujos de financiamiento del SNIA.

cargo de un directorio integrado por ocho miembros y un presidente designado por el Poder Ejecutivo. Los candidatos que integran el directorio son propuestos por investigadores activos, el Consejo de Universidades, las organizaciones representativas de la industria y del agro, y los máximos organismos responsables de la ciencia y la tecnología de los gobiernos provinciales y de la ciudad de Buenos Aires.

En 1999 el CONICET empleaba 3,800 investigadores de tiempo completo y 2,600 agentes de apoyo a la investigación; mantenía 104 institutos, centros y laboratorios, y siete centros regionales que promueven interrelaciones entre grupos de investigadores. Su presupuesto oscila alrededor de los 200 millones de dólares anuales. Sus actividades abarcan una gran gama de áreas temáticas, que incluyen tanto ciencias duras como humanidades y ciencias agropecuarias. El CONICET utiliza cinco instrumentos para realizar sus actividades:

- La carrera del investigador científico y tecnológico para profesionales empleados por el CONICET.
- La carrera del personal de apoyo a la investigación.
- Becas de investigación en el país y en el extranjero para profesionales que no son empleados permanentes de instituciones de investigación; los becarios pueden trabajar en instituciones que no pertenecen al CONICET.
- Becas para la realización de estudios de postgrado en el país y en el extranjero.
- Subsidios para la ejecución de proyectos de investigación, organización de congresos, etcétera.

El énfasis del CONICET es el desarrollo científico, y confiere menor importancia a los desarrollos tecnológicos. Esto se refleja tanto en su estructura organizativa como en los mecanismos de asignación de recursos y de evaluación, los cuales utilizan fundamentalmente indicadores académicos tradicionales (publicaciones, asistencia a congresos, citas en publicaciones internacionales, etc.), y en menor medida, indicadores tecnológicos (por ejemplo, número de patentes o interacciones con la industria). Es sintomático que sólo a fines de la década del 90 el CONICET haya constituido una Comisión de Tecnología, con el propósito de fomentar los desarrollos tecnológicos.

Además del CONICET, la investigación científica se lleva a cabo en una serie de institutos con mandatos específicos, que dependen de diversas reparticiones del gobierno nacional. Los más importantes son:

- El **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)** es un organismo descentralizado que depende de la Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Creado en 1958, su misión inicial fue el desarrollo y adaptación de tecnología mediante investigación y transferencia para el sector rural. Recientemente amplió su mandato y ahora incluye apoyo a las agroindustrias y el manejo sostenible de los recursos naturales. El INTA es dirigido por un presidente, asesorado por un consejo directivo en el que están representados el gobierno nacional, las asociaciones de productores y las universidades que se dedican a la investigación agropecuaria (en las siguientes secciones se hace un análisis más detallado del funcionamiento del INTA).

- El **Instituto Nacional del Agua (INA)**, dependiente de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, cuyas funciones son realizar investigaciones y desarrollos tecnológicos en el área de recursos hídricos y ofrecer asesoramiento y servicios técnicos altamente especializados a organismos oficiales y privados.
- El **Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)** tiene como mandato planificar, ejecutar y controlar los programas de investigación relativos a los recursos pesqueros y su explotación económica racional en el mar y aguas continentales.
- El **Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)** es un organismo descentralizado dependiente del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Su función es colaborar en el perfeccionamiento tecnológico del sector productivo mediante la prestación de servicios técnicos a empresas, y la realización de actividades colaborativas de investigación. Asimismo, presta otros servicios como el establecimiento de normas, control de calidad, capacitación, información técnica y el registro de transferencia de tecnología. El INTI realiza investigaciones para mejorar o generar productos, así como procesos de elaboración de materias primas y subproductos. El Insituto dispone de una estructura científico-técnica integrada por dos tipos de unidades organizativas interdependientes: laboratorios centrales de física industrial y meteorología, química analítica aplicada y biotecnología, tecnología de alimentos, mecánica, construcciones, energía, computación y cálculo, electroquímica aplicada, proyectos y prototipos, higiene y seguridad; y 31 centros de investigación que atienden los requerimientos de casi todos los sectores industriales del país. Cuenta con una planta estable de 514 investigadores.
- La **Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA)** tiene como objetivo fundamental desarrollar tecnologías para aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en el campo de la energía eléctrica, la medicina, la agricultura, la industria y el ambiente.

Existen también unos pocos institutos provinciales dedicados a la investigación y desarrollo tecnológico en áreas específicas. Por ejemplo, la Estación Experimental Obispo Colombres, en la provincia de Tucumán, ha hecho una contribución importante al desarrollo tecnológico de la caña de azúcar, tabaco y soja; su influencia se ha extendido a todo el noroeste argentino.

3.l.3 El sistema universitario

El sistema universitario argentino experimentó cambios drásticos en la segunda mitad del siglo XX. Tradicionalmente, el núcleo del sistema estaba constituido por las universidades públicas nacionales que realizaban investigación y docencia en una gran variedad de áreas, entre ellas Ciencias Biológicas, Ingeniería y Medicina. Hasta 1966 estas universidades tuvieron un nivel de docencia e investigación sumamente alto y se hicieron acreedoras, entre otros reconocimientos, a tres Premios Nobel.[4] Sin embargo, como su organización estaba basada en el modelo tradicional europeo, no se fomentaba la interacción con otros investigadores o con agentes fuera del ámbito académico (por ejemplo, empresas u organismos públicos) (Chesnais, 1993). Durante las tres décadas siguientes, la falta de presupuesto para inversiones y gastos operativos, persecuciones ideológicas durante los gobiernos militares, bajos salarios y la falta de una política global de investigación y docencia, causaron un grave deterioro de las actividades de docencia y de investigación.

[4] Premios Nobel otorgados a los doctores Hussay, Leloir y Milstein por su investigación básica en medicina.

A mediados de la década del 90, varias universidades públicas establecieron mecanismos débiles de incentivos a la investigación, pero en gran parte éstos fueron suspendidos a fines de la década debido a restricciones presupuestarias. A pesar del gran deterioro de la capacidad de investigación en las universidades públicas, todavía sobreviven algunos equipos reconocidos internacionalmente.

Actualmente, el sistema universitario está compuesto por 36 universidades nacionales y 43 privadas. En 1995 el plantel docente alcanzaba un total de 100,480 profesores, de los cuales 9,477 tenían dedicación exclusiva y 21,720 dedicación semiexclusiva.[5] Es decir, las universidades dependían en gran medida de profesores con dedicación simple, hecho que origina serios problemas de calidad en la docencia y la capacidad de investigación (Bisang y Mallet, 1999).

La mayoría de los fondos de investigación en las universidades provienen de mecanismos competitivos, tanto internos como externos. La investigación financiada por los sectores productivos constituye una porción muy baja de los recursos asignados a esas actividades. El sistema de universidades nacionales cuenta también con programas que otorgan becas a los docentes auxiliares para estudios de postgrado. El propósito de estos programas es mejorar el nivel de educación formal y la capacidad de investigación en las universidades.

El desglose de los presupuestos universitarios no permite calcular con certeza el monto de los recursos dedicados a la investigación. Bisang y Malet (1999) estimaron en 1996 que, de un presupuesto total de 1,400 millones de pesos, los gastos de investigación ascendieron a 180 millones (12% del total). Normalmente, los proyectos son pequeños, de alrededor de 30,000 pesos anuales para un investigador principal y varios ayudantes. Si bien estos recursos son adecuados para proyectos modestos en algunas áreas temáticas (ciencias sociales o ciertas áreas en agronomía), resultan insuficientes para disciplinas que requieren grandes instalaciones o insumos costosos (por ejemplo, biología, biotecnología o medicina).

Con muy pocas excepciones, las universidades privadas ofrecen carreras en áreas temáticas que no requieren inversiones considerables en infraestructura (por ejemplo, humanidades, economía, arquitectura, leyes o informática). Dado el sesgo hacia carreras de bajo costo en la mayor parte de las universidades privadas, la contribución de estas últimas para satisfacer las necesidades de innovación de la sociedad argentina es necesariamente limitada.

En 1998 el Ministerio de Educación puso en marcha un procedimiento de acreditación universitaria, cuyo propósito consiste en elevar la calidad de la enseñanza y promover la investigación universitaria. Este procedimiento, que comenzó por los postgrados y seguirá con las carreras de grado, le otorga una ponderación relativamente alta a las instituciones que dedican recursos financieros y humanos a la investigación. Sin embargo, dada la ausencia de recursos y sistemas de incentivos adecuados para realizar investigación, el sistema de acreditación ha tenido muy poco impacto.

[5] Cuando se preparó este documento, el panorama no había cambiado.

3.2 El sistema no centralizado de investigación

Existen varios agentes (empresas productoras de bienes y servicios, asociaciones de productores, organizaciones sin fines de lucro, etc.) que participan del proceso innovador desde fuera del sistema centralizado de investigación. La creciente integración de Argentina a la economía mundial en la década del 90 junto con las reformas económicas, han inducido a estos agentes a adoptar una actitud más innovadora para aumentar su competitividad. En una primera etapa, las industrias importaron tecnologías en forma directa para lograr una modernización rápida; en una segunda etapa, algunas empresas invirtieron en el desarrollo local de innovaciones (Bisang y Malet, 1999).

Las actividades de investigación en el sistema no centralizado se concentraron en desarrollos tecnológicos que no requieren una base científica importante, es decir, que pueden ser efectuados por personal con poca formación académica, y/o que no requieren instalaciones o insumos costosos. La inversión más importante por parte de las empresas se concentró en la adquisición de tecnologías intangibles (licencias, software, consultorías, acuerdos con entidades de ciencia y tecnología, etc.), generadas principalmente en el extranjero. Estos gastos, junto con las inversiones en capacitación, aumentaron 60% entre 1992 y 1996. Asimismo, las inversiones en tecnología incorporada en bienes de capital importados crecieron 103%, mientras que aquellas en tecnologías que emplean bienes de capital nacionales aumentaron sólo 39% (GACTEC, 1997).

Una encuesta realizada por la Universidad Nacional de Quilmes y la Universidad de General Sarmiento complementa la información sobre la actividad innovadora en el sector privado.[6] De 1,533 empresas que respondieron la encuesta, sólo 534 informaron que habían asignado recursos para actividades de innovación entre 1992 y 1996. Durante este periodo, los gastos de innovación se incrementaron del 0.31% al 0.34% del volumen de ventas; el personal destinado a la investigación también aumentó en un 14%. Las dos ramas productivas en las que se registran los mayores aumentos de inversión en innovaciones son alimentos y siderurgia de acero y metales no ferrosos. Asimismo, los resultados muestran una interacción muy débil entre las empresas innovadoras y los centros de investigación. Del total de empresas que habían realizado actividades de innovación, sólo 97 tenían acuerdos de cooperación con instituciones públicas o privadas para realizar actividades de ciencia y técnica.[7] Los recursos financieros destinados a innovaciones en el año 1996 en el total del sector agroalimentario habrían sido de unos 15 millones de dólares.

Las empresas privadas constituyen el grupo más importante del sistema no centralizado. En los últimos años han invertido entre el 25 y 30% del total de gastos en ciencia y tecnología en Argentina. Este aumento de las inversiones es la consecuencia de las políticas oficiales de financiamiento que incluyen líneas de créditos blandos para investigaciones en el sector productivo, beneficios impositivos y subsidios directos a través de fondos competitivos que requieren una contrapartida del receptor.

---

[6] El estudio se efectuó con datos recolectados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC). En este trabajo se analizaron las respuestas de 1,534 empresas sobre su desempeño y actividades en el campo tecnológico entre 1992 y 1996 (de ese total) (citado en GACTEC, 1997).

[7] Este número representa el 18% del total de empresas innovadoras y el 6% del de empresas en la muestra.

Algunas organizaciones sin fines de lucro han desempeñado una función destacada en el desarrollo de la ciencia y la técnica, entre ellas se destacan la Fundación Campomar en Ciencias Bioquímicas y AACREA y AAPRESID en tecnologías agropecuarias. Las estadísticas sobre inversiones en ciencia y técnica indican que las organizaciones sin fines de lucro contribuyen con un 3% del total. Sin embargo, el monto de inversión real es substancialmente superior, dado que las cifras oficiales no incluyen los gastos en asesoramiento técnico, maquinarias, insumos, búsqueda de información, etc., realizados por los productores que pertenecen a estas asociaciones.

3.3 Flujos de financiamiento del SI

Existen varias fuentes de financiamiento para el SI, tanto en el subsistema centralizado como en el no centralizado. Normalmente, los agentes emplean varias fuentes de manera simultánea y, cada vez más, los agentes dentro del sistema centralizado captan fondos del sistema no centralizado. Este financiamiento cruzado tiene tres consecuencias importantes: 1) se genera un sistema de definición de prioridades paralelo a las fijadas por las propias instituciones; 2) se debilita la capacidad de los administradores de gobernar sus instituciones, ya que en muchos casos los investigadores establecen contratos y mecanismos de cooperación desconocidos por los administradores; y 3) se reducen las diferencias entre el sistema centralizado y el no centralizado, en virtud de que los agentes del primero se comportan cada vez más como agentes del segundo.

Las instituciones públicas de investigación están sujetas a las mismas regulaciones que el resto del sector público. Estas regulaciones imponen un marco demasiado rígido para el manejo de fondos y de personal técnico, que no responde a las necesidades de las actividades de investigación. Desde hace varios años las mismas autoridades han reconocido este problema y han creado una serie de mecanismos para flexibilizar el manejo de los fondos. Ejemplos de estos mecanismos son la administración por parte de instituciones multilaterales (por ejemplo, IICA o PNUD), la creación de fundaciones con carácter privado (por ejemplo, Fundación ArgenINTA) o la aportación directa de socios a investigadores. En muchos casos, las propias instituciones no cuentan con un registro de los recursos adicionales, lo que dificulta la administración de las instituciones.

A pesar de que se reconocen las dificultades impuestas por las reglas de contabilidad del sector público, no se ha flexibilizado el régimen de funcionamiento de las instituciones públicas de investigación.[8] La introducción de nuevas figuras jurídicas contribuiría a lograr una administración más eficiente, estableciendo mecanismos de captación y administración de recursos de investigación más transparentes. Los flujos de financiamiento del SI se pueden dividir en tres áreas de intervención definidas por las funciones que desempeñan dentro del sistema: las fuentes de fondos, los administradores de fondos y los ejecutores de la investigación. Estos últimos fueron analizados en la sección anterior. Aquí se describen las dos primeras áreas.

[8] Varios países latinoamericanos, entre ellos México y Uruguay, han definido nuevas figuras jurídicas para las instituciones públicas de investigación.

3.3.1 Fuentes de financiamiento

El financiamiento canalizado a través del sistema centralizado proviene de cuatro fuentes principales:

- Las asignaciones del presupuesto nacional propuesto por el Poder Ejecutivo Nacional y aprobado por el Congreso de la Nación.
- Los aportes del sector privado.
- Las donaciones de organismos multilaterales.
- Los fondos que aportan los estados provinciales.

De menor importancia son los aportes de entidades sin fines de lucro, nacionales y extranjeras.

El financiamiento que se canaliza por el sistema no centralizado incluye recursos de empresas, universidades extranjeras y fundaciones nacionales e internacionales. Cada vez más, las instituciones del sistema centralizado buscan fondos en el sector no centralizado, por medio de mecanismos que incluyen la venta de bienes y servicios, patentes y proyectos conjuntos con el sector privado. Estos recursos son todavía una porción pequeña pero creciente del financiamiento total de las instituciones del sistema centralizado. Por ejemplo, en 1998 el presupuesto del INTA ascendió a 140 millones de dólares, de los cuales 6.7 millones provenían de los parques de innovación tecnológica.

La necesidad de cubrir una parte substancial de sus gastos operativos con recursos propios forzó a las instituciones públicas a establecer contacto con los usuarios de tecnología, aunque también sesgó los programas de investigación hacia proyectos de menor envergadura, menor costo y menor riesgo; es decir, las instituciones de investigación adoptaron la función de consultoras.

Dentro del sistema no centralizado de investigación, los financiadores más vinculados al sector agropecuario son AACREA, AAPRESID, empresas proveedoras de insumos y de servicios, empresas compradoras de productos y productores agropecuarios. AACREA tiene entre 900 y 1,000 productores asociados, los que se nuclean en aproximadamente 130 grupos. Cada grupo gasta entre 2,000 y 3,000 pesos mensuales. Por su parte, AAPRESID cuenta con aproximadamente 2,000 productores y unas 40 empresas asociadas.

Las empresas privadas (por ejemplo, empresas de maquinarias o de semillas) financian actividades internas de innovación y actividades realizadas por instituciones del sistema centralizado, por asociaciones de productores y, a veces, por productores innovadores. Por ejemplo, Monsanto patrocina las actividades del INTA, AAPRESID y, en algunos casos, distribuye insumos directamente a los productores.

3.3.2 Administradores de fondos

El organismo administrador de fondos más importante en Argentina es la SETCIP, quien los distribuye por medio de la Agencia y del CONICET. La Agencia promueve la investigación e innovación en los sectores público y privado, mediante el financiamiento

de proyectos y la ejecución de otras acciones pertinentes. La Agencia cuenta con dos programas competitivos de distribución de fondos: el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONCYT) y el Fondo Nacional Tecnológico Argentino (FONTAR).

El FONCYT apoya la ejecución de proyectos de investigación científica y tecnológica, la formación de recursos humanos, las inversiones en infraestructura de investigación y la organización de congresos y seminarios. Las prioridades son definidas por comisiones designadas para ese propósito. En el FONCYT pueden concursar únicamente investigadores de instituciones públicas o privadas sin fines de lucro. La calidad científica de los proyectos y su importancia con respecto a las prioridades del FONCYT son evaluadas por comisiones de pares. En 1998, el FONCYT financió proyectos por 31.6 millones de dólares; de esta cifra, aproximadamente 2.5 millones se destinaron al área agroindustrial.

Por su parte, el FONTAR patrocina innovaciones en el sector productivo (desarrollo experimental, modernización tecnológica, capacitación de recursos humanos y asistencia técnica). Pueden solicitar fondos al FONTAR empresas productoras de bienes y servicios, unidades de vinculación tecnológica y organismos públicos y privados de transferencia de tecnología. Dentro del FONTAR existen diferentes tipos de instrumentos: créditos de reintegro contingente, créditos de reintegro total y subsidios. La mayoría de los recursos del FONTAR provienen del presupuesto nacional y del cupo de crédito fiscal (que se definen anualmente), de créditos de la banca comercial y de fondos de instituciones de crédito nacionales o multilaterales. En 1998, el FONTAR otorgó fondos por 51 millones de dólares, de los cuales 31 millones se asignaron a proyectos agroalimentarios (SETCIP, 1999a).

El presupuesto del CONICET en 1999 fue del orden de 200 millones de dólares. Existen cinco mecanismos básicos de distribución de fondos: las asignaciones directas a los institutos del CONICET para gastos de funcionamiento, inversiones y gastos operativos de investigación; los salarios de los investigadores pertenecientes a la carrera de investigador; las becas concursables para la formación de investigadores; los fondos concursables para financiar proyectos de investigación en cualquier institución reconocida; y los subsidios para solventar gastos en bibliotecas, reuniones y conferencias de centros o instituciones de investigación.

El Ministerio de Educación, la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente y las agencias provinciales de ciencia y técnica también disponen de recursos para la investigación que son asignados en forma directa. Las universidades nacionales y provinciales en cambio generalmente emplean mecanismos competitivos. Comparados con los presupuestos de las instituciones de la SETCIP, los montos son relativamente pequeños. La Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación maneja dos tipos de fondos: el presupuesto del INTA y los fondos provenientes de su presupuesto y de los componentes de asistencia técnica incluidos en los préstamos de organismos multinacionales. Estos últimos se utilizan para financiar proyectos específicos con mecanismos no concursables. Los fondos se pueden otorgar a institutos de investigación (por ejemplo, INTA), institutos de control (por ejemplo, INASE o SENASA) o consultores privados.

El Ministerio de Educación administra el Programa FOMEC, financiado con fondos provenientes de un convenio con el Banco Mundial y complementado con fondos del Tesoro Nacional. El objetivo de este programa es mejorar la calidad de la enseñanza superior y para ello se financian la compra de bienes y equipos y la formación de recursos humanos. De esta manera, el programa contribuye indirectamente apoyando las tareas de investigación en instituciones de enseñanza. Durante 1998 el FOMEC comprometió aproximadamente 6.5 millones de dólares para las universidades en áreas vinculadas al sector agropecuario (SETCIP, 1999b). En 1999 y 2000 la actividad del FOMEC decreció notablemente.

En los últimos años han aumentado los financiamientos de algunas provincias que han creado organismos específicos para administrar programas científicos.

3.4 Incentivos a los investigadores

El desempeño del SNI depende del sistema de incentivos a los investigadores y a las instituciones de investigación, y de las interacciones entre ambos. En esta sección se describen algunos de los mecanismos de incentivos que se aplican en la mayor parte de las instituciones de ciencia y técnica argentinas.

La reorganización de las instituciones públicas de investigación argentinas se llevó a cabo básicamente por medio de un instrumento: nuevos mecanismos de financiamiento. Sin embargo, aún no se ha reconocido que el financiamiento es sólo un instrumento dentro del conjunto que determina el funcionamiento y la eficiencia de las instituciones de investigación. El conjunto incluye incentivos a los investigadores (sueldos adecuados, acceso a fondos operativos que permitan realizar actividades a largo plazo, capacidad de desarrollar líneas de investigación, posibilidades de actualización profesional y de interacción con otros agentes, reconocimiento de la calidad de la investigación, etc.); a los administradores (sueldos adecuados, reconocimiento por resultados, etc.); y a las instituciones mismas (reconocimiento social de su importancia, provisión de fondos, capacidad de consolidación, etc.).

Los nuevos mecanismos de financiamiento sólo han flexibilizado el manejo financiero; el manejo de personal aún constituye un problema primordial en las instituciones públicas de investigación. Especialmente importantes son la estabilidad de los investigadores, prácticamente desde que son contratados, el envejecimiento progresivo de las instituciones por la falta de investigadores jóvenes formados, la falta de transparencia en los mecanismos de contratación, la falta de políticas de actualización para profesionales y de un sistema de incentivos que reflejen los objetivos institucionales al tiempo que premien la calidad de la investigación y las interacciones con otras agentes del SNI (Ekboir y Parellada, 1999).

Uno de los incentivos más importantes es el salario. En Argentina existen básicamente tres regímenes salariales para los investigadores (Bisang y Malet, 1999):

- El Sistema Nacional de la Administración Pública (SINAPA), introducido a fines de la década del 80. En este sistema, los salarios dependían de la función y la antigüedad, y se otorgaba un premio del 10% a los agentes destacados. Los criterios para otorgar tal incentivo

eran fijados por cada institución. Inicialmente, los empleados públicos eran transferidos progresivamente a este sistema mediante concursos y selección, pero este régimen está siendo desmantelado paulatinamente por restricciones presupuestarias.

- El sistema tradicional de salarios de la administración pública, en que los salarios dependen básicamente de la antigüedad y la función desempeñada. En general, los sueldos de los cargos administrativos jerárquicos son más altos que los de los investigadores destacados; es decir, existe un incentivo poderoso para que los investigadores se dediquen a tareas administrativas, pero, obviamente, esto repercute en la capacidad de investigación. Este problema se ve agravado por la falta de incorporación de investigadores jóvenes.
- Los sistemas específicos de determinados institutos, como por ejemplo, el CONICET, que tiene escalafones propios para la carrera de investigador y para el personal de apoyo a la investigación, con mecanismos de evaluación y promoción específicos. El INTA cuenta también con su propio escalafón. Desde 1992 las universidades tienen libertad para fijar sus propios niveles salariales, por lo que existen diversos sistemas.

Además de los salarios, existen otros mecanismos de incentivos, algunos de los cuales incluyen remuneraciones adicionales. Por ejemplo, la remuneración de cada profesor universitario está relacionada en forma directa con su producción científica, con lo que se ha incrementado el número de publicaciones de docentes universitarios, la participación en innovaciones patentables, etcétera.

En ningún caso se han utilizado evaluaciones técnicas externas como insumo para dirigir a las instituciones de investigación ni para definir niveles de incentivos. Igualmente, los mecanismos de actualización profesional son, en el mejor de los casos, sumamente débiles.

4. Actividades innovadoras en Argentina

El gasto total en ciencia y tecnología en Argentina nunca ha superado el 0.5% del PBI (Cuadro 6). En la década del 90, el total de gastos en ciencia y técnica se incrementó tanto en valores absolutos (en aproximadamente 800 millones de dólares) como en términos relativos al PBI (pasando del 0.33% al 0.46%). El Plan Plurianual de la SECYT en 1999 estableció el objetivo de alcanzar un gasto en ciencia y técnica del 1% del PBI. A la luz de la crisis económica y los recortes presupuestarios puestos en marcha en Argentina en los años siguientes, ese objetivo parece difícil cumplir.

Los gastos en actividades científicas y tecnológicas (en pesos de 1998) aumentaron 164% entre 1985 y 1999. El menor crecimiento se observó en los gastos de organismos públicos. A pesar de su menor tasa de crecimiento, en 1999 la mayor parte del financiamiento del sector centralizado provino de la Tesorería de la Nación, con contribuciones menores de provincias y municipios. Cerca del 65% del total invertido en ciencia y tecnología se obtuvo mediante aportes del sector público (gobierno y educación superior), un 30% de empresas privadas y un 2.8% de entidades sin fines de lucro.[9] El mayor crecimiento estuvo

[9] Las aportaciones del sector público se discriminan de la siguiente manera: CONICET, 12.5%; organismos públicos nacionales, 23.1%; organismos públicos provinciales, 3.7% y universidades estatales (SETCIP, 1998).

Cuadro 6. Gastos en actividades científicas y tecnológicas (en millones de pesos de 1998).

Año	Gasto total	Relación con el PBI (%)	Gobierno	Porcentaje total	Empresas	% total	Educación superior	Porcentaje total	Entidades sin fines de lucro	Porcentaje total
1985	575.9	0.30	306.0	53.1	92.1	16.0	167.7	29.1	10.0	1.7
1986	638.1	0.31	346.0	54.2	95.7	15.0	183.8	28.8	12.6	2.0
1987	660.2	0.31	352.4	53.4	105.4	16.0	189.4	28.7	13.0	2.0
1988	660.6	0.32	344.0	52.1	116.0	17.6	187.1	28.3	13.5	2.0
1989	610.6	0.34	331.8	54.3	110.0	18.0	157.2	25.7	11.7	1.9
1990	647.1	0.33	328.4	50.7	139.9	21.6	165.9	25.6	12.9	2.0
1991	748.0	0.34	389.6	52.1	140.0	18.7	204.4	27.3	13.9	1.9
1992	854.8	0.36	444.8	52.0	171.1	20.0	223.0	26.1	15.9	1.9
1993	1015.8	0.43	521.0	51.3	213.6	21.0	260.6	25.7	20.6	2.0
1994	1125.0	0.44	487.6	43.3	293.7	26.1	318.3	28.3	25.4	2.3
1995	1252.7	0.48	534.8	42.7	318.7	25.4	370.8	29.6	28.4	2.3
1996	1353.1	0.50	551.2	40.7	368.7	27.2	399.2	29.5	34.0	2.5
1997	1456.3	0.50	575.3	39.5	443.2	30.4	406.8	27.9	41.0	2.8
1998	1529.5	0.51	622.2	40.7	467.0	30.5	395.1	25.8	45.2	3.0
1999	1517.8	0.54	626.9	41.3	434.1	28.6	414.4	27.3	42.5	2.8

(*) Gastos en actividades científicas y técnicas por parte de organismos nacionales y provinciales.
(**) Gastos en actividades científicas y técnicas por parte de universidades estatales y privadas.
Años 1985 a 1992: Estimación.
Años 1993 a 1998: Relevancia de entidades que realizan actividades en ciencia y técnica.
Fuente: Dirección de Información y Evaluación (SETCIP).

representado por los gastos del sector privado, que aumentaron 372%. El fuerte incremento de las inversiones del sector privado observado a partir de 1996 fue la respuesta a la apertura de líneas de financiamiento oficiales que demandaban una contrapartida del sector privado, en particular, el FONTAR.

A pesar del incremento de las inversiones en actividades de ciencia y técnica, los científicos argentinos disponen de pocos fondos para sus actividades. En 1997 el gasto por investigador ascendió a 33,000 dólares, en comparación, el gasto en EUA fue de 113,000 dólares, en España fue de 101,000 dólares y en Chile fue de 66,000 dólares (RICYT, 2001).

Las inversiones en desarrollos científicos en el área de Ciencias Agrarias se elevaron de 144.2 millones en 1993 a 160.9 millones de pesos en 1999. En términos porcentuales del gasto total correspondiente a ciencia y técnica, las inversiones en Ciencias Agropecuarias cayeron del 14% al 11% (Cuadro 7). Un panorama similar surge del análisis de los proyectos de investigación financiados por el sistema centralizado. En 1998 se financiaron 17,066 proyectos de investigación, de los cuales 1,623 correspondían a proyectos en Ciencias Agropecuarias (Cuadro 8). La proporción de proyectos vinculados al sector agropecuario en el total de proyectos de ciencia y técnica disminuyó drásticamente entre 1994 y 1998; sin embargo, el número de investigadores en Ciencias Agrícolas (4,040 investigadores) se mantuvo casi sin cambios. Estos datos indican una fuerte caída en los fondos disponibles por investigador en Ciencias Agropecuarias y, en consecuencia, en la capacidad operativa de las instituciones de investigación del sector.

Cuadro 7. Gasto en ciencia y tecnología por objetivo socioeconómico (en porcentaje del total).

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Agricultura, silvicultura y pesca	14.2	16.9	15.3	12.9	11.8	10.2	10.6
Desarrollo industrial y tecnológico	16.6	13.0	13.5	17.3	25.0	25.0	25.7
Energía	5.7	4.1	4.5	2.0	3.4	2.7	2.4
Infraestructura				3.0	3.8	2.7	2.8
Medio ambiente	4.6	4.4	3.8	4.9	5.8	4.8	5.3
Salud (excluida contaminación)	14.0	13.6	13.1	14.7	14.3	15.9	15.9
Desarrollo social y servicios sociales	6.9	7.8	8.7	8.8	7.0	9.1	7.1
Tierra y atmósfera	8.5	10.0	12.2	8.6	3.8	4.0	4.6
Conocimiento general	14.3	16.9	17.4	18.3	18.6	17.9	18.0
Espacio civil	2.1	1.8	1.8	1.3	0.8	0.6	0.5
Defensa	3.7	3.2	3.4	3.1	1.0	0.8	0.9
Sin especificar	9.4	8.3	6.3	5.1	4.6	6.3	6.3

Fuente: RICYT, 2001

Cuadro 8. Proyectos de ciencia y técnica por ciencias, al 31 de diciembre de 1994-1998 (cifras estimadas).

	Proyectos				
Ciencias	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**
Total*	9,694	13,374	14,96	17,066	18,719
Ciencias Exactas y Naturales	3,226	4,172	4,84	4,569	4,174
Ingeniería y Tecnología	1,507	2,24	3,089	5,247	6,211
Ciencias Médicas	1,072	1,553	1,959	2,036	2,746
Ciencias Agropecuarias y Pesca	1,537	2,051	1,386	1,674	1,623
Ciencias Sociales	1,565	2,443	2,185	2,075	2,469
Humanidades	787	915	1,501	1,465	1,496

Fuente: Dirección de Información y Evaluación - SETCIP

* Corresponde al total de proyectos desarrollados en organismos nacionales, provinciales, universidades públicas, privadas, empresas y entidades sin fines de lucro.

En 1999 se tenían registrados en Argentina 32,583 investigadores y 7,183 becarios y estudiantes de doctorado; la mayoría de los investigadores trabajaban en las universidades. No obstante, si se comparan el número de personas físicas y los equivalentes de jornada completa, resulta evidente que la gran mayoría de los investigadores universitarios son de tiempo parcial (Cuadro 9). Estos datos complementan los que se citaron en sección correspondiente al análisis del sistema universitario. Sólo el 11% de los investigadores trabajaban en empresas, en comparación con 52% en Canadá, 69% en EUA y 23% en España.

Cuadro 9. Investigadores por sector en 1999 (% del total).

	Personas físicas	Equivalente de jornada completa
Gobierno	25.6	37.2
Empresas	10.8	13.9
Educación superior	62.5	47.6
Organismos privados sin fines de lucro	1.1	1.3

Fuente: RICYT, 2001.

La formación de recursos humanos se encuentra fuertemente sesgada hacia las Ciencias Sociales y la Medicina (Cuadro 10). Setenta y uno por ciento de los graduados universitarios, 83% de los estudiantes de maestría y 34% de los de doctorado estaban inscritos en estas disciplinas. En cambio, sólo el 17% de los graduados universitarios, el 9% de los estudiantes de maestría y el 10% de los de doctorado estaban inscritos en carreras de ingeniería y tecnología. Esta orientación de los estudiantes de doctorado muestra un sesgo muy fuerte en contra de las carreras más relacionadas con actividades de innovación en procesos productivos.

Si bien los índices bibliométricos y el número de patentes son indicadores parciales de la productividad de los investigadores, hasta el momento no se han desarrollado indicadores más completos. Comparados con los de otros países, ambos índices para los investigadores argentinos resultan bajos. El número de publicaciones registradas en SCI-SEARCH por cada 100 investigadores, en equivalentes de jornada completa, es 17.4 para Argentina; 27.7 para EUA; 39.5 para España; y 44.2 para Uruguay. En 1999 Argentina otorgó 0.48 patentes a residentes por cada 100 investigadores, Chile 0.98 y EUA 4.48.

5. El SNI agropecuario

El SNI agropecuario argentino ha alcanzado un grado de diversidad importante. Las primeras instituciones públicas de investigación agropecuaria fueron las carreras ligadas a la agricultura en las universidades nacionales creadas a fines del siglo XIX.[10] Estas instituciones seguían el modelo francés (Chesnais, 1993), en el que la investigación estaba dirigida a completar la formación profesional o a satisfacer la curiosidad intelectual de los profesores, pero no se requería que los investigadores interactuaran con otros agentes públicos o privados. Salvo los esfuerzos individuales de algunos docentes, no se establecieron vínculos institucionales importantes con el sector productivo. En esa misma época, algunas provincias crearon estaciones experimentales donde se ponía especial atención al mejoramiento genético vegetal. Estas instituciones tampoco tenían muchos vínculos con el sector productivo.

Cuadro 10. Graduados universitarios por disciplina científica en 1996 (personas físicas).

	Título de grado	Maestría	Doctorado
Ciencias Naturales y Exactas	2,658	69	225
Ingeniería y Tecnología	6,628	89	39
Ciencias Médicas	8,437	74	40
Ciencias Agrícolas	1,519	7	7
Ciencias Sociales	13,993	627	60
Humanidades	4,643	112	37
Total	37,878	978	408

Fuente: RICYT, 2001.

[10] Antes de estos esfuerzos institucionales, se realizaron esfuerzos individuales, como el del Obispo Colombres en Tucumán. No progresaron por la falta de institucionalidad.

El INTA fue creado en 1958 sobre la base de instituciones provinciales preexistentes, y su mandato inicial consistía en generar tecnologías para productores agropecuarios. El INTA se organizó a partir de la concepción lineal del proceso tecnológico (Bisang et al., 1999; Ekboir y Parellada, 1999), lo que limitó su articulación con otros agentes innovadores (sector privado o universidades). Por ejemplo, hasta la década del 80, los investigadores del INTA no podían ejercer docencia universitaria. La unidad integrada formada por la estación experimental de INTA en Balcarce y la Universidad de Mar del Plata fue un ejemplo excepcional de colaboración entre docencia e investigación.

En la actualidad, el INTA es el organismo público de apoyo técnico al sector agropecuario más importante de Argentina. Durante la década del 90 su presupuesto anual osciló entre 120 y 130 millones de dólares. En 1999 los recursos asignados en el presupuesto nacional alcanzaron los 93 millones de pesos,[11] a los que se sumaron 25 millones de recursos propios. La mayor parte de los recursos se destinan a gastos de funcionamiento; en 1998 apenas el 13% se destinó a gastos operativos.

El INTA posee 42 estaciones experimentales agropecuarias distribuidas a lo largo del país nucleadas en 15 centros regionales. Además, cuenta con un Centro Nacional de Investigaciones que incluye tres centros de investigación de los que dependen 13 institutos. El INTA también tiene 220 agencias de extensión distribuidas en todo el país. La planta de personal es de alrededor de 4,200 agentes, de los cuales 1,340 son profesionales universitarios y 41% tienen postgrado.

Desde su creación, el INTA se financiaba con un impuesto específico sobre algunas exportaciones agropecuarias de origen pampeano (básicamente granos, aceites y carnes vacunas). Asimismo, cada estación experimental contaba con una asociación cooperadora que administraba los recursos obtenidos de la venta de lo que ésta producía. El elemento fundamental en el esquema de financiamiento del INTA era la autarquía administrativa y financiera del organismo, lo cual le permitía establecer su propio escalafón y los mecanismos de incentivos a la investigación.

El INTA fue perdiendo paulatinamente su autonomía. Así, en 1980 perdió su autonomía administrativa y financiera, la que le fue restituida en 1984. El 23 de diciembre de 1994 se eliminó el impuesto específico para el INTA y éste pasó a depender presupuestariamente del Tesoro Nacional. Estos cambios administrativos fueron acompañados por fuertes recortes presupuestarios (Figura 2).

Figura 2. Presupuesto del INTA en millones de pesos de 1998.
Nota: El dato del año 1988 no está disponible.
Fuente: INTA.

[11] Durante 1999 se implementaron severas restricciones al gasto público. Como consecuencia, el INTA recibió sólo una parte de los fondos asignados en el presupuesto aprobado a principios de año.

En respuesta a la reducción presupuestaria, el INTA buscó otras fuentes de financiamiento. En un principio, las necesidades operativas de las unidades se cubrieron con los recursos generados por las cooperadoras de las estaciones experimentales. En 1995 se crearon dos instituciones para movilizar fondos: la Fundación ArgenINTA[12] e INTEA, S.A.[13] El objetivo de la primera consistía en establecer vínculos con el sector privado, para desarrollar tecnologías en su fase precompetitiva, mientras que la segunda tenía como misión la comercialización de tecnologías en su fase competitiva. Desde la creación de estas dos instituciones se firmaron más de 130 acuerdos de vinculación tecnológica, y a comienzos del 2001 había 60 más en progreso. La mayoría de los convenios están relacionados con las áreas de genética vegetal y sanidad animal. Además, el INTA tiene una unidad de vinculación con el sector productivo (la Unidad de Vinculación Tecnológica), cuyo objetivo es desarrollar tecnologías en asociación con el sector privado. Sin embargo, los logros alcanzados en este aspecto son modestos desde el punto de vista de su contribución al presupuesto general de la institución.

A fines de los 90 el INTA tuvo una participación protagónica en los denominados "proyectos de intervención": Cambio Rural, el Programa para Minifundistas y el Programa ProHuerta.[14] Si bien estos programas generaron fondos operativos, desviaron investigadores hacia la extensión, comprometiendo los programas de investigación.

Los fondos competitivos administrados por la SETCIP, especialmente el FONCYT, están cobrando cada vez mayor importancia en el funcionamiento del INTA. A diferencia de los mecanismos de financiamiento antes mencionados, los fondos competitivos son gestionados y administrados por los propios investigadores.

Como ya se mencionó, la capacidad de investigación de las universidades nacionales suele ser reducida. Sin embargo, algunos grupos aislados de investigadores han logrado reconocimiento internacional. Esta misma situación se presenta en los institutos del CONICET relacionados con el sector agropecuario.

En forma paralela a las actividades del sector público, desde principios del siglo XX, surgieron una cantidad de empresas privadas que suministraban tecnologías incorporadas en insumos (semillas, agroquímicos y maquinaria agrícola). Por ejemplo, el semillero Klein

---

[12] Entre los servicios que provee ARGENINTA se encuentran la administración de fondos para programas y proyectos del INTA y de terceras instituciones; la certificación de conformidad con normas voluntarias para alimentos, insumos, procesos y maquinaria; la operación como unidad de vinculación tecnológica; la operación como unidad de estudios y consultoría para la formulación, evaluación y administración de proyectos, incluida la identificación y gestión de posibles fuentes de financiamiento externas para los mismos; la organización de eventos y programas de promoción, difusión y capacitación.

[13] Entre los servicios que provee INTEA, S.A. se encuentran la prestación de servicios a terceros; análisis, ensayos, consultorías, asistencia técnica especializada y capacitación; comercialización de tecnologías y productos agroalimentarios y agroindustriales; desarrollo de proyectos y de empresas llave en mano; desarrollo y administración de inversiones para actividades agropecuarias y forestales; licenciamiento de patentes, marcas y títulos; desarrollo de actividades comerciales, en forma independiente o asociada.

[14] El Programa Cambio Rural proporciona recursos económicos a grupos de productores para la contratación de asesoramiento técnico sobre problemas específicos. El financiamiento proviene de la SAGYP, y el personal técnico es contratado y supervisado por el INTA. Cambio Rural apoya a unos 25,000 productores en 2,300 grupos. El Programa para Minufundistas, que utiliza la misma mecánica de operación, incluye 21,000 productores. ProHuerta es financiado por la Secretaría de Desarrollo Social y abarca 344,000 huertas que benefician a unos 2.000,000 de personas.

comenzó a operar en 1919 y el semillero Buck en 1930 (Gutiérrez, 1991). Las fábricas nacionales de maquinaria agrícola se establecieron desde principios de siglo XX; comenzaron produciendo piezas para maquinaria importada y después copiaron y mejoraron modelos importados (Huici, 1984). A partir de la década del 60 las empresas de maquinaria agrícola incrementaron su actividad y alcanzaron un nivel importante de sofisticación. La mayoría de estas empresas tienen pequeños equipos de desarrollo de productos. Sus innovaciones parten en general de modelos desarrollados por la competencia, y cuando se trata de satisfacer necesidades más complejas (por ejemplo, agricultura de precisión) contratan desarrollos en el exterior. Estas fábricas también crean innovaciones propias, las que a veces son copiadas por empresas multinacionales (Ekboir y Parellada, 2000).

En los últimos años, las empresas semilleras y agroquímicas han incrementado sus actividades de investigación y transferencia, y ha aumentado el número de empresas dedicadas al asesoramiento en negocios agrícolas. Según estimaciones de Mora y Araujo,[15] el 26% de los productores pampeanos reciben algún tipo de asesoramiento técnico en forma permanente y casi el 50% lo hace en forma circunstancial.

Tomando como indicadores del cambio tecnológico operado en la agricultura pampeana el uso de fertilizantes y la difusión de siembra directa, siempre de acuerdo con estimaciones de Mora y Araujo, en 1999 el 76% de los productores trigueros aplicaron fertilizante a sus cultivos, mientras que en el caso del maíz la proporción alcanzó el 72%. Estas cifras representan un crecimiento de casi seis veces respecto a la proporción de productores que fertilizaban sus cultivos en 1993. La superficie cultivada con siembra directa en Argentina aumentó espectacularmente de 200,000 hectáreas a principios de la década del 90 a 9.3 millones en la campaña 2000/2001 (Derpsch, 2001).

Algunas ONG han desempeñado una función importante, complementando los esfuerzos públicos de investigación. Ejemplos de ello son AACREA y AAPRESID, las que han sido fundamentales para mantener la competitividad de las empresas agropecuarias en la producción de granos y carnes. AAPRESID promovió activamente la difusión de la siembra directa en Argentina, en tanto que AACREA se concentró en la difusión de tecnología y el desarrollo de herramientas para la gestión agraria. Es en esta área donde actualmente se podrían lograr los mayores aumentos de competitividad y donde el sector público ha tenido menor importancia. Tanto AACREA como AAPRESID tienen una estructura descentralizada, en que la mayoría de las actividades de investigación o experimentación son realizadas y financiadas directamente por pequeños grupos de productores. Las unidades centrales desempeñan sólo algunas actividades de investigación y capacitación, ya que su misión principal es la coordinación de la búsqueda y distribución de información.

AACREA se formó en la década del 60, siguiendo el modelo francés, en el que entre 8 y 12 productores se asociaban en un grupo estable que contrataba a un asesor técnico. La asociación de alcance nacional coordinaba los grupos y apoyaba profesionalmente a los

[15] Conferencia en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Marzo de 2000.

asesores. El objetivo de esos grupos consistía en desarrollar experiencias productivas e intercambiar información, aprovechando economías de escala en la producción y la generación de información. El elemento distintivo de las actividades de AACREA es que aunque muchos de los temas abordados eran de poca complejidad científica, éstos requerían una visión sistémica de la explotación agropecuaria. En general, esta visión sistémica es difícil de implementar en instituciones públicas de investigación, las que están organizadas en base a disciplinas científicas (Ekboir, 2000). Si bien AACREA no ha tenido una relación institucional fluida con INTA, muchos técnicos de este último han interactuado asiduamente con grupos zonales o asesores específicos.

AAPRESID fue creada en 1988 por un pequeño grupo de investigadores del INTA y agricultores de la región pampeana, con un fuerte apoyo de Monsanto. Su estructura operativa es similar a la de AACREA (una asociación nacional que coordina las actividades de grupos locales), pero sus actividades de investigación se limitan a temas relacionados con la siembra directa. Otra diferencia importante entre ambas instituciones es que AAPRESID tiene una política abierta de difusión de la información generada por los asociados, mientras que la de AACREA es más restrictiva, es decir, mucha de la información se distribuye sólo entre los asociados. AAPRESID desempeñó un papel fundamental en la adaptación local y difusión de la siembra directa a comienzos de la década del 90 (Ekboir y Parellada, 2000).

El INTA y las empresas privadas de semillas mantienen contacto con algunos centros del CGIAR, en particular el CIMMYT, CIP y CIAT. En la mayoría de los casos, estos contactos se concentran en la obtención de germoplasma avanzado.

Las instituciones argentinas de investigación agropecuaria participan en diversas redes internacionales. La más importante es PROCISUR, que está integrada por los institutos públicos de investigación agropecuaria de los países del Cono Sur.[16] Los objetivos de PROCISUR son favorecer el intercambio de experiencias y resultados de la investigación que se lleva a cabo en cada país; generar consultorías de especialistas de las instituciones participantes hacia el resto de las instituciones que integran el PROCISUR; y organizar y buscar financiamiento para proyectos de interés común para varios países miembros.

Asimismo, las instituciones extranjeras de cooperación y ONG de importancia local han desempeñado una función importante en iniciativas vinculadas con el desarrollo rural, como por ejemplo, GTZ, FUNDAPAZ y otras organizaciones de menor tamaño pero que tienen un importante impacto local.

Aunque algunos grupos individuales de investigadores en instituciones públicas se mantienen en contacto con instituciones extranjeras que ocasionalmente les proporcionan financiamiento para sus actividades, no existen mecanismos instituciones activos de interacción.

[16] Los miembros de PROCISUR son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

6. Conclusiones

Argentina tiene un sistema de investigación relativamente diversificado, en el que participan tanto agentes públicos como privados. Este sistema evolucionó a partir de dos fuentes principales, a saber, el sistema universitario creado a fines del siglo XIX (donde las universidades debían hacer ciencia "no contaminada por el aparato productivo"), y el conjunto de institutos por disciplina creados en la década del 50. La misión de estos institutos consistía en generar tecnologías para la industria nacional, en particular las grandes empresas públicas. Con excepción del INTA, la organización de los institutos no fomentaba interacciones con el sector privado.

A partir de la segunda mitad de la década del 80, la apertura de la economía y la transformación del Estado redefinieron el marco en que funcionaba el SNI. Estos cambios produjeron una profunda crisis en el sistema. Si bien los sucesivos gobiernos y administraciones de instituciones establecieron diferentes políticas en respuesta a la crisis, también contribuyeron de forma activa y pasiva a la misma. Un ejemplo de su participación activa es la considerable reducción del financiamiento público para investigación. Ejemplo de su participación pasiva es la incapacidad para reestructurar las instituciones, en especial, para definir nuevos esquemas de incentivos.

La reducción del financiamiento público de las instituciones de investigación las obligó a modificar substancialmente sus patrones de conducta. Cuando los fondos del presupuesto sólo alcanzaron a cubrir gastos de personal y estructura, las instituciones tuvieron que buscar nuevas fuentes para solventar sus gastos operativos. Éstas se dieron en forma de fondos competitivos, ventas de bienes y servicios, proyectos conjuntos con el sector productivo y licenciamiento de tecnologías propias.

La creciente dependencia de fondos competitivos y aportes del sector privado desincentiva los proyectos de mayor riesgo o de plazos más largos de ejecución, que requieren inversiones importantes o que atienden a las necesidades de agentes que no pueden articular sus necesidades tecnológicas (por ejemplo, pequeños productores). El problema se agrava porque también se redujo la capacidad de investigación de las universidades y hoy éstas no alcanzan a cubrir los espacios que van dejando las instituciones oficiales tradicionales.

En ninguna de las reestructuraciones implementadas se promovieron discusiones con los agentes del SNI sobre la función específica del mismo en la economía argentina, sobre su organización (incluyendo su participación en la captación de tecnologías en otros países), o sobre cuál debería ser la función de las instituciones públicas y privadas en el mismo. A partir de 1994, el gobierno nacional creó una serie de incentivos para aumentar las interacciones entre agentes (FONTAR, FONCYT, unidades de vinculación tecnológica). Asimismo, durante ese periodo, se realizaron revisiones parciales de los sistemas de incentivos a los investigadores. No obstante, al no existir una clara definición de los objetivos de las instituciones de investigación, no se pudo definir un régimen de incentivos

adecuados para los agentes. Por ejemplo, si se premia la publicación de trabajos en revistas científicas, se desincentiva la interacción de los investigadores con las empresas para el desarrollo de innovaciones tecnológicas.

A partir de 1992 también comenzó a fomentarse la investigación en las universidades, pero no se definió cuál era su objetivo primordial, es decir, si eran instituciones de investigación o de docencia. Como ya se mencionó antes, las universidades no tienen los recursos necesarios para mantener programas de investigación importantes. Sin una reforma substancial del sistema universitario que defina la función de cada institución y cada grupo de investigación, éste no podrá mejorar su capacidad de investigación ni de docencia (Ekboir y Parellada, 1999).

Finalmente, como la discusión sobre las transformaciones del sistema de investigación se centró en el uso de incentivos financieros a las instituciones para forzarlas a reformar sus operaciones, faltó el análisis de: 1) el efecto que estos cambios tenían sobre la capacidad operativa de las instituciones, 2) cuál debería ser el papel de los diferentes agentes en el SNI, 3) cuáles deberían ser los mecanismos de incentivos y control de los investigadores y 4) si había otros instrumentos para alcanzar los mismos objetivos sin afectar la capacidad operativa de las instituciones de investigación.

7. Referencias

Bell, R.M. 1993. *Integrating R&D with Industrial Production and Technical Change: Strengthening Linkages and Changing Structures*, presentado en el taller Integration of Science and Technology in the Development Planning and Management Process. Comisión Económica y Social para Asia Occidental, Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, 27-30 de septiembre, Aman, Jordania.

Bisang, R., Gutman, G., Roig, C. y Rabetino, R. 1999. *Los sistemas nacionales de innovación agropecuaria y agroindustrial del cono sur: transformaciones y desafíos*, Serie Resúmenes Ejecutivos No. 14, Uruguay.

Bisang, R. y Malet, N. 1998. *El Sistema Nacional de Innovación de la Argentina*, documento de trabajo, Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina.

Casaburi, G., Perona, E. y Reca, A. 1998. *¿Preparados para alimentar al mundo? El Agro Argentino frente al siglo 21*, IERAL, Fundación Mediterránea, Argentina.

Cascardo, A., Pizarro, J., Peretti, M.A. y Gómez, P. 1991. Sistemas de Producción Predominantes, en *El Desarrollo Agropecuario Pampeano*, Barski, O., ed., INDEC, INTA e IICA, Grupo Editor Latinoamericano, Argentina.

Chesnais, F., 1993, The French National System of Innovation, en *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Nelson, R., ed., Oxford University Press, N.Y.

Derpsch, R, 2001. www.rolf-derpsch.com.

Ekboir, J.M. 2000. *Innovation Systems and Technology Policy: Zero Tillage in MERCOSUR*, trabajo presentado en la XXI reunión de la Asociación Internacional de Economía Agraria, Berlín, 13 al 18 de agosto..

Ekboir, J.M. y Parellada, G. 1999. *Algunas Reflexiones respecto a los Sistemas de Innovación en la Era de la Globalización*, documento de trabajo No. 9, Instituto de Economía y Sociología, INTA, Argentina.

Ekboir, J.M. y Parellada, G. 2000. *Continuous Complex Innovation Processes: Public-Private Interactions and Technology Policy*, trabajo presentado en la XXI reunión de la Asociación Internacional de Economía Agraria, Berlín, 13 al 18 de agosto.

Estefanel, G.A., Basco, M., Cirio, F., Obschatko, E., Ras, C., y Torres Soto, H. 1997. *El Sector Agroalimentario Argentino en los 90*, IICA, Argentina.
FAO. 1999. *FAOSTAT Database*, www.fao.org.
Flichman, G. 1978. *Notas sobre el Desarrollo Agropecuario en la Región Pampeana Argentina (o por qué Pergamino no es Iowa)*, estudios CEDES, Vol. 1(4/5), Argentina.
GACTEC (Gabinete Científico-Tecnológico). 1997. *Plan Nacional de Ciencia y Tecnología 1998-2000*, Presidencia de la Nación, Argentina.
Gutiérrez, M. 1991. Políticas en Genética Vegetal, en *El Desarrollo Agropecuario Pampeano*, Barski, O., ed., INDEC, INTA e IICA, Grupo Editor Latinoamericano, Argentina.
Huffman, W.E. y Just, R.E. 2000. Setting Efficient Incentives for Agricultural Research: Lessons from Principal-Agent Theory, *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4):828-841.
Huici, N. 1984. *La Industria de la Maquinaria Agrícola en la Argentina*, CISEA, documento de trabajo No. 9, Buenos Aires.
INDEC. 1999. *Anuario Estadístico de la República Argentina*, Argentina.
INDEC. 1988. *Censo Agropecuario Nacional*, Argentina.
Katz, J. 2001. Structural Reform and Technological Behavior. The Sources and Nature of Technological Change in Latin America in the 1990s, *Research Policy*, 30:1-19.
Lema, D. 1999. El crecimiento de la agricultura argentina: un análisis de productividad y ventajas comparativas, presentado en las 1as. Jornadas Interdisciplinarias de estudios agrarios y agroindustriales. Facultad de Ciencias Económicas (UBA), noviembre de 1999.
Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. 1999. *Informe Económico*, Año 8 Número 29, Secretaría de Programación Económica y Regional, Argentina.
Mowery, D.C. y Rosenberg, N. 1993. The U.S. National Innovation System, en *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Nelson, R., ed., Oxford University Press, N.Y.
Penna, J. y Bearzotti, S. 1984. *Principales hitos de las tecnologías mecánica y genética en el trigo argentino y su impacto en la mano de obra rural*. INTA, Departamento de Economía, Argentina.
Penna, J. y Palazuelos R. 1982. *Las tasas de crecimiento agrícola de algunas zonas cerealeras de la Argentina*: 1961-81, INTA, Departamento de Economía, Documento de Trabajo No. 1, Argentina.
Reca, L. 1995. *El Impacto del Nuevo Marco Macroeconómico sobre el Sector Agropecuario Argentino*, documento de trabajo, IFPRI-Washington, D.C.
Reca, L. y Parellada, G. 2001. La Agricultura Argentina a comienzos del milenio: Logros recientes y desafíos. *Desarrollo Económico,* enero-marzo 2001.
Reca, L. y Parellada, G. 2001. El sector agropecuario argentino: Aspectos de su evolución, razones de su crecimiento reciente y posibilidades futuras. Buenos Aires, agosto 2001.
Red Iberoamericana de Ciencia y Técnica (RICYT), *Indicadores*, http://www.ricyt.edu.ar/.
SAGPYA. 1997. *Argentina Agropecuaria, Agroindustrial y Pesquera*, Argentina.
SETCIP. 1998. *Indicadores de Ciencia y Tecnología. Argentina 1997*, Ministerio de Cultura y Educación, Secretaría de Ciencia y Tecnología, Argentina.
SETCIP. 1999a. *Realizaciones, perspectivas y reflexiones 1997-1999*, Secretaría de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Cultura y Educación, Argentina.
SETCIP. 1999b. *Análisis y evaluación. Experiencia de preparación del capítulo agroindustrial del plan nacional plurianual de ciencia y tecnología*, mimeo, Jornada de Discusión, Argentina.
Tisdell, C. 1996. Public Mechanisms: Block Grants, Competitive versus Non-Competitive Research Funding, en *Memorias de la Conferencia Global Agricultural Science Policy for the Twenty-First Century*, 16-28 de agosto de 1996, Australia. Flujos de financiamiento del SNIA.

ISSN: 0258-8595

CIMMYT MR
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
Apartado Postal 6-641, 06600 México, D.F., México
Worldwide Web site: www.cimmyt.org