

E C O N O M I A

DOCUMENTO DE TRABAJO 03-01

Análisis del sistema mexicano de investigación agropecuaria

JAVIER EKBOIR, JOSÉ ANTONIO ESPINOSA GARCÍA,
JOSÉ DE JESÚS ARELLANO ESPINOZA, GEORGEL MOCTEZUMA LÓPEZ Y
ALFREDO TAPIA NARANJO



CIMMYT^{MR}

E C O N O M I A

Documento de trabajo 03-01

Análisis del sistema mexicano de investigación agropecuaria

CIMMYT:

Javier Ekboir Programa de Economía

INIFAP:

José Antonio Espinosa García CENID Fisiología
José de Jesús Espinoza Arellano C.E. La Laguna
Georgel Moctezuma López Oficinas Centrales
Alfredo Tapia Naranjo C.E. Querétaro

Nota: Las opiniones expresadas en este documento corresponden al autor y no necesariamente expresan la opinión del CIMMYT.
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: Ekboir, J., J.A. Espinosa, J.J. Espinoza, G. Moctezuma y A. Tapia. 2003. *Análisis del sistema mexicano de investigación agropecuaria*. México, D.F.: CIMMYT.

Descriptor AGROVOC: Políticas agrícolas; cultivo; producción; economías de mercado; controles de importación; control de exportación; investigación agrícola; cambios tecnológicos; México.

Códigos de categorías AGRIS: E10 Economía y políticas agrícolas
A50 Investigación agrícola

Clasificación decimal Dewey: 338.172

ISSN: 0258-8595

Impreso en México

Indice

Página

iv	Siglas
v	Cuadros
v	Figuras
vi	Resumen
1	1. Introducción
4	2. La agricultura mexicana
5	2.1 Políticas agropecuarias
7	2.1.1 Políticas de precios de productos e insumos agropecuarios
8	2.1.2 Políticas de comercio exterior
8	2.2 Evolución del PBI agropecuario
11	2.3 Evolución de las exportaciones e importaciones agropecuarias
13	3. El sistema nacional de investigación
13	3.1 Organización
17	3.1.1 Origen y utilización de recursos de investigación
19	4. Organización del sistema nacional de investigación agropecuaria (SNIA)
21	4.1 Evolución de la investigación agropecuaria
21	4.2 Organismos de financiamiento
23	4.3 Organismos administradores de fondos de investigación
24	4.4 Organismos ejecutores de la investigación agropecuaria
28	4.5 Extensión agropecuaria
30	5. Conclusiones
32	6. Referencias

Siglas

ASERCA	Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CGIAR	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CICY	Centro de Investigación Científica de Yucatán
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CIT	Centro para la Innovación Tecnológica
CP	Colegio de Postgraduados
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
DGETA	Dirección General de Escuelas Tecnológicas Agropecuarias
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FUMIAF	Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal, A.C.
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
ICARDA	Centro Internacional para la Investigación Agrícola en Zonas Áridas
ICRAF	Centro Internacional para Investigación en Agroforestería
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPN	Instituto Politécnico Nacional
ISNAR	Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional
IWMI	Instituto Internacional del Manejo del Agua
PRONASOL	Programa Nacional de Solidaridad
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEP	Secretaría de Educación Pública
SNI	Sistema Nacional de Investigadores
SNIA	Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria
TLC	Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México
UAAAN	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
UACH	Universidad Autónoma Chapingo
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Cuadros

Página

- 11 Cuadro 1. México: Balanza comercial agroalimentaria, 1985-1997 (millones de dólares).
- 18 Cuadro 2. Gasto en ciencia y tecnología por objetivo socioeconómico (en porcentaje).
- 18 Cuadro 3. Gasto en ciencia y tecnología por disciplinas (en porcentaje).
- 20 Cuadro 4. Financiamiento público a las principales instituciones de investigación y docencia agropecuarias (millones de dólares estadounidenses).

Figuras

Página

- 9 Figura 1. PBI agropecuario mexicano.
- 9 Figura 2. Distribución porcentual del valor de la producción de los cultivos agrícolas.
- 10 Figura 3. Producción de los principales cultivos básicos en México.
- 17 Figura 4. Gasto federal en ciencia y tecnología, en millones de pesos a precios de 1994, y su porcentaje con respecto al PBI.
- 20 Figura 5. Distribución del gasto federal en ciencia y tecnología en agricultura, ganadería y desarrollo rural en 1997 (por institución).

Resumen

En la década del 90, el sector agropecuario mexicano generó alrededor del 5% del PBI y el 2.5% de las exportaciones. A pesar de su reducida contribución al PBI, el sector agropecuario tiene una gran importancia económica y social como generador de empleos (un 25% del empleo total), por su influencia sobre el costo de vida, la prevalencia de la pobreza rural (más del 75% de la población pobre y más del 50% de los que viven en pobreza extrema habitan en zonas rurales) y porque las exportaciones agropecuarias constituyen una fuente de ingreso importante para varias regiones, especialmente las zonas irrigadas del norte y centro del país.

Desde la década del 70, algunos productores agropecuarios mexicanos, especialmente los que se integraron a cadenas exportadoras, pudieron incorporar tecnologías de punta que han sido la base de su competitividad. Pero, en general, estas tecnologías no fueron desarrolladas por las instituciones públicas de investigación sino que fueron importadas o desarrolladas por empresas privadas mexicanas.

Las instituciones públicas de investigación fueron creadas para proporcionar apoyo técnico a las políticas de desarrollo agropecuario. Por esta razón, las autoridades de estas instituciones mantenían contactos fluidos con las dependencias gubernamentales de las que dependían, pero sus interacciones con agricultores y empresas ligadas al sector eran débiles. En general, esta estructura jerárquica se reproducía dentro de las instituciones y en sus relaciones con los agricultores.

A partir de la década del 90, México ha hecho un esfuerzo importante para reformar su sistema público de investigación. Los cambios incluyeron nuevos incentivos para los investigadores establecidos por las principales instituciones financiadoras. Sin embargo, las reformas dentro de las propias instituciones han avanzado a paso lento, especialmente los incentivos para incrementar las interacciones con otros agentes dentro del sistema de innovación agropecuario aún no se han adecuados a las necesidades de un sector integrado a la economía mundial.

Análisis del sistema mexicano de investigación agropecuaria

1. Introducción

En la década del 90, el sector agropecuario mexicano generó alrededor del 5% del PBI (OCDE, 1997) y el 2.5% de las exportaciones (Banco Mundial, 2001). A pesar de su reducida contribución al PBI, el sector agropecuario tiene una gran importancia económica y social como generador de empleos (un 25% del empleo total), por su influencia sobre el costo de vida, la prevalencia de la pobreza rural (más del 75% de la población pobre y más del 50% de los que viven en pobreza extrema habitan en zonas rurales) (FAO y SAGARPA, 2000), y porque las exportaciones agropecuarias constituyen una fuente de ingreso importante para varias regiones, especialmente las zonas irrigadas del norte y centro del país.

La importancia económica del sector agropecuario mexicano disminuyó en las últimas décadas dado su lento crecimiento relativo. Entre 1988 y el 2000, el PBI agrícola creció a una tasa promedio anual del 1.9% mientras que el PBI total creció a una tasa del 3.5%. Las causas de este comportamiento son varias, entre ellas, la prevalencia de campesinos minifundistas, políticas económicas que no favorecían la adopción de tecnologías más productivas, regímenes de propiedad de la tierra poco flexibles, precios reales decrecientes para cereales y carnes, un fuerte ajuste de las estructuras productivas en respuesta a la apertura de los mercados agropecuarios, y sistemas de investigación y extensión rígidos y débilmente articulados con otros agentes del sistema de innovación agropecuario.

Hasta la década del 80, el sector agropecuario mexicano operó en medio de una compleja estructura de subsidios directos e indirectos (incluyendo control de precios de productos e insumos), control estatal de la comercialización e importación de ciertos bienes, fuertes inversiones en infraestructura de riego e investigación agropecuaria. Los dos objetivos principales de las políticas agrícolas, incluidas las de investigación, eran la autosuficiencia alimentaria y el apoyo a los pequeños productores de subsistencia. Sin embargo, ni la competitividad ni la sostenibilidad de la agricultura figuraban entre las metas públicas. Estos objetivos se plasmaron en la concentración de los apoyos a productos pecuarios y granos básicos destinados a mercados domésticos aislados de los mercados internacionales. En forma paralela, respondiendo a oportunidades de mercado y sin apoyo público, se desarrolló una industria de exportación de hortalizas y frutas (Calvin y Barrios, 1999).

La evolución de estos dos subsectores (producción para consumo interno y exportación) respondió, entre otras influencias, a oportunidades tecnológicas y comerciales específicas. La producción dirigida al mercado interno y las actividades de investigación relacionadas con ésta se organizaron en lo que Kash y Rycoft (2000) llamaron el patrón normal de evolución: redes de agentes relativamente estables que generan innovaciones a lo largo de trayectorias tecnológicas conocidas. Puesto que cada agente "entiende" el funcionamiento del sistema y las necesidades y capacidades de otros agentes, las relaciones entre éstos son relativamente impersonales y formales, en muchos casos, terciadas por mercados.

El sistema público de investigación agropecuaria mexicano se formó antes de la década del 80 como parte de esta red relativamente estática. Lo integraron dos grupos de agentes bien diferenciados: las instituciones públicas (especialmente el INIFAP y las instituciones que lo precedieron) y las universidades. Estos agentes se organizaron como dependencias públicas tradicionales, lo que impuso serias limitaciones a su capacidad operativa. Internamente, estas instituciones se estructuraron por disciplinas científicas o por cultivos, con pocas interacciones con otros agentes del sistema de innovación (incluidos los usuarios de tecnologías), con el propósito de apoyar la producción de productos con poco valor agregado pero gran importancia política (granos básicos y ganadería), y se concentraron en aspectos puramente productivos dentro de las explotaciones agropecuarias (mejoramiento genético, plagas y enfermedades, manejo de agroquímicos y algunos aspectos de manejo de cultivos). Las universidades, además, se organizaron siguiendo los modelos tradicionales de las universidades europeas, donde los profesores no tenían obligación de investigar ni de interactuar con el resto de la sociedad.

Varios factores, como la estabilidad de estas políticas durante varias décadas, la ingerencia política en los mercados y en las instituciones de investigación, el énfasis en la productividad poniendo en riesgo la sostenibilidad, la percepción de que el crecimiento agropecuario se podía alcanzar con políticas similares a las que se implementaron durante la Revolución Verde en la India y Pakistán, la necesidad de responder a los requerimientos de las autoridades políticas y la concepción lineal de la ciencia, permitieron a las instituciones de investigación mantener programas aislados de los usuarios de tecnologías.¹ Esta disociación de agentes en el sistema agropecuario de innovación, junto con la falta de controles de calidad de las actividades de investigación, redujeron el apoyo social a las instituciones de investigación.

En forma paralela al sistema público, diferentes centros internacionales de investigación operaban en México, por lo general en colaboración con las instituciones públicas y siguiendo los mismos patrones tradicionales de organización para sus actividades. En cambio, las actividades agropecuarias de exportación conformaron un “sistema en un estado de transformación” (Kash y Rycraft, 2000): la nueva trayectoria tecnológica requirió la aparición de nuevos agentes en el proceso de producción y comercialización, la

¹ En la visión lineal de la ciencia, los flujos de conocimiento son simples: comienzan en la ciencia básica, siguen con la investigación estratégica y aplicada, y finalmente llegan a los usuarios en forma de tecnología. Una mayor cantidad de insumos en las etapas iniciales del proceso se traducen inevitablemente, después de algún tiempo, en una mayor cantidad de conocimientos y tecnologías al final de la línea. Esta concepción del proceso científico representa una gama muy limitada de ramas de la ciencia (ej. química). En la mayoría de los campos del conocimiento el desarrollo tecnológico precede a los estudios científicos; por ejemplo, la máquina de vapor y la termodinámica (IDRC, 1997; Nelson y Rosenberg, 1993; Teubal, 1992).

Un segundo problema de la concepción lineal de la ciencia es que divide el proceso de investigación en casilleros perfectamente separados, en los cuales las actividades realizadas en un casillero preceden y son independientes de las de los casilleros siguientes. En esta secuencia, las actividades que se desempeñaron en el primer casillero (ciencias básicas) son independientes de las variables económicas y sociales que determinan la adopción de una tecnología y resultan, por lo tanto, el motor de todas las actividades subsecuentes. De esta manera, los investigadores dedicados a la investigación básica saben más que los que se dedican a la investigación aplicada y éstos a su vez saben más que los extensionistas, que saben más que los productores a los que “transfieren el conocimiento”.

conformación de nuevas redes de interacción y el desarrollo de nuevas líneas de investigación. Además, la nueva trayectoria se caracterizó por una mayor incertidumbre tecnológica y comercial. Dados los limitados conocimientos sobre el sistema, los agentes tuvieron que establecer contactos más directos y estrechos entre sí. Ante la débil respuesta de las instituciones públicas de investigación, fue necesario importar las primeras tecnologías de producción y comercialización, si bien más tarde agentes mexicanos influyeron también en el desarrollo del sistema (Calvin y Barrios, 1999).

La crisis de 1982 puso en evidencia la necesidad de replantear el modelo de sustitución de importaciones. Después de la implementación de los programas de ajuste estructural en 1984, las políticas agrarias se transformaron radicalmente. Se desregularon los mercados nacional e internacional y se liberalizó el mercado de tierras. El sector agropecuario tuvo que ajustarse rápidamente a las nuevas reglas del juego y respondió con fuertes ajustes en su estructura de producción: se expandieron considerablemente las exportaciones de frutas y hortalizas y se redujo la producción de granos básicos (con excepción del maíz para el que se mantuvieron fuertes subsidios en algunos estados).

El nuevo entorno político y económico transformó las necesidades tecnológicas de los productores agropecuarios. De pronto, la competitividad y la sostenibilidad pasaron a ser objetivos fundamentales. La atención de estos objetivos requería nuevas rutinas de investigación, basadas en una visión sistémica del proceso productivo y la interacción con otros agentes dentro del sistema de innovación. Sin embargo, las instituciones públicas no tenían ni los medios ni los incentivos para apoyar el desarrollo tecnológico de estos productos.

Al reconocer la necesidad de reestructurar el sistema público de investigación, en la segunda mitad de la década del 90 el gobierno mexicano modificó el régimen que regula estas actividades. El objetivo de las reformas era vincular las instituciones públicas de investigación con agentes públicos y privados. Las instituciones respondieron cambiando sus rutinas de operación, incluidos sus sistemas de incentivos. Sin embargo, como sucede con todos los cambios fundamentales, la transición ha sido lenta y su avance desigual debido a la inercia creada por culturas institucionales que no favorecen la interacción entre instituciones, valoran la disciplina (y por ende la uniformidad) dentro de los equipos de investigación, desincentivan la creatividad de investigadores individuales y no crean espacios para la integración y desarrollo de investigadores jóvenes.

En la sección 2 se describen aspectos esenciales de la evolución y organización actual de la agricultura mexicana. El Sistema Nacional de Investigación se analiza en la sección 3, mientras que el Subsistema Nacional de Investigación Agropecuaria se analiza en la sección 4. Las conclusiones se presentan en la sección 5.

2. La agricultura mexicana

El territorio mexicano tiene una superficie aproximada de 197 millones de hectáreas. De esta superficie, las tierras cultivables ocupan cerca del 16%, las praderas naturales 41%, los bosques 25% y las malezas 16% (OCDE, 1997). Desde el punto de vista agroecológico, el país se divide en tres grandes regiones: Árida (norte del país), Templada (centro) y Trópico (sur), las cuales a su vez tienen varios microclimas. Esta gran variedad agroecológica permite cultivar una gran diversidad de productos agropecuarios.

A pesar de esta diversidad ecológica y productiva, los productores agropecuarios pueden dividirse en tres grandes grupos: los que producen para la exportación, ubicados mayormente en el noroeste y centro del país; los productores comerciales que abastecen el mercado interno y los productores de subsistencia. Cada uno de estos grupos tiene necesidades sociales y tecnológicas diferentes. Los dos primeros necesitan mantener su competitividad en los mercados interno y de exportación. Para los productores de subsistencia, en cambio, la prioridad es desarrollar nuevas fuentes de ingreso para romper el círculo vicioso de la pobreza. No obstante estas diferentes necesidades tecnológicas, todos los grupos enfrentan un mismo problema que condiciona su supervivencia: integrarse a mercados cada vez más competitivos y complejos que los fuerza a innovar con más frecuencia y a modificar tanto aspectos productivos como de comercialización.

Una segunda división importante se encuentra entre productores ejidatarios y productores dueños de sus explotaciones. Los miembros del ejido disponían del derecho de uso en forma colectiva pero no individual. El sistema ejidal se caracterizaba por derechos de propiedad mal definidos e imponía fuertes restricciones al desarrollo de un mercado de tierras (OCDE, 1997). Como resultado de estas restricciones se consolidó un sector campesino con poca capacidad de invertir en tecnologías agropecuarias más productivas.

La reforma constitucional de 1992 autorizó a los ejidatarios a vender (previa autorización de la asamblea ejidal), rentar o hipotecar sus parcelas. El objetivo de la reforma era reforzar los derechos de propiedad para inducir un aumento de las inversiones y la consolidación de las parcelas pequeñas en explotaciones viables. A pesar de estos cambios en la legislación de tierras, el proceso de consolidación de explotaciones ejidales ha sido lento. En cambio, el mercado de renta de tierras ejidales se expandió considerablemente y aumentó el uso de tierras comunales para pastura (Deininger y Bresciani, 2001). Pese a la lentitud del proceso, se observa un aumento de la concentración de la propiedad de la tierra en manos privadas. Los ejidatarios que han vendido sus tierras se han transformado en asalariados rurales o han emigrado a las ciudades para emplearse como obreros. Sin embargo, no se observan incrementos de inversión privada en el campo.

Los productores privados (incluidos los pequeños productores) en general tienen mayores ingresos y son más productivos que los productores ejidatarios (Deininger y Bresciani, 2001). Si bien las pequeñas propiedades bajo diferentes formas de tenencia predominan en el campo mexicano, las grandes explotaciones generan una proporción importante de la producción agrícola (OCDE, 1997).

Uno de los mayores problemas del campo mexicano es la prevalencia de la pobreza rural, ya que ésta se encuentra más concentrada en el campo y los pobres rurales viven en condiciones más precarias que los pobres urbanos. Entre 1985 y 1999 la proporción de la población rural disminuyó del 31.4% al 25.6% de la población total, pero la población rural concentró más de la tercera parte de la población pobre y más de la mitad de los que viven en pobreza extrema. En 1998 se estimaba que el 59% de la población rural era pobre y el 31% vivía en pobreza extrema. La reducción en los índices de pobreza rural en la década del 90 no se asocia tanto a mejoras en la productividad de la agricultura como a fuertes procesos migratorios hacia las ciudades y los Estados Unidos (FAO y SAGARPA, 2000).

2.1 Políticas agropecuarias

Desde la década del 50 hasta mediados de la del 80, México mantuvo políticas de sustitución de importaciones y de autosuficiencia alimentaria junto con un sistema político sumamente centralizado (OCDE, 1977). Los objetivos principales de estas políticas eran garantizar una oferta estable de alimentos baratos a los consumidores urbanos y la reducción de la pobreza rural. Los instrumentos más importantes fueron el apoyo a productores que abastecían al mercado interno, en especial, los pequeños productores de granos básicos (maíz, trigo, frijol, cebada, arroz, sorgo y cinco oleaginosas), una fuerte intervención estatal en las cadenas de comercialización (incluido el comercio exterior) y la desprotección de actividades ligadas a la exportación de bienes y servicios (FAO y SAGARPA, 2000).

En las décadas del 40 y 50, el PBI agropecuario creció a una tasa media anual del 5.8% y el subsector agrícola casi al 7%, como resultado de una expansión de la superficie cosechada del 4% y un aumento de los rendimientos del 3%. Este fuerte crecimiento fue posible gracias a importantes inversiones en obras de irrigación y al comportamiento relativamente favorable de los precios agropecuarios. En 1939 México tenía 15 millones de hectáreas cultivables; para 1949 éstas aumentaron a 20 millones y a 24 millones en 1960. A partir de entonces la superficie de tierra cultivable ha permanecido estable. Adicionalmente, 80 millones de hectáreas se destinan a la ganadería, de las cuales dos terceras partes se localizan en las zonas semiáridas con baja capacidad de carga animal (Fernández-Cornejo y Shumway, 1997).

Gracias a los grandes proyectos públicos de irrigación, las tierras de riego pasaron de 1.7 millones de hectáreas en 1939 a 2.4 millones en 1949, 3 millones en 1960 y 5 millones en 1980, y desde esa fecha se han mantenido sin cambios importantes. La superficie cosechada aumentó de 6.7 millones de hectáreas en 1939 a 8.6 millones en 1949, 11.4 millones en 1960 y 17.4 millones de hectáreas en 1980, manteniéndose estable en las dos décadas siguientes (FAO, 1999).

A partir de la década del 70, el gobierno federal utilizó los ingresos petroleros para aumentar los subsidios al campo, los cuales alcanzaron en 1981 el 22% del PBI agropecuario. Muchos de los programas de desarrollo agrícola, así como de inversión pública, extensión, investigación, controles sanitarios y apoyos directos a la producción y la

comercialización eran ejecutados directamente por el gobierno federal. Las políticas agrícolas y de desarrollo emplearon diversos incentivos para promover tecnologías seleccionadas por los técnicos que diseñaban los programas.² En general, las políticas agropecuarias fueron organizadas desde el gobierno federal hacia abajo, con escasa participación de productores y gobiernos estatales y municipales. Esta organización de arriba hacia abajo contribuyó a la generación de un fuerte déficit fiscal, distorsiones de mercado, corrupción, clientelismo político y costos de transacción muy altos (FAO y SAGARPA, 2000; Kondo, 1999; Triomphe et al., 2001). Sin embargo, estas políticas tuvieron impactos contradictorios sobre el sector privado. Por un lado, elevaron la rentabilidad por medio de subsidios y la creación de infraestructura en irrigación, electrificación, comunicaciones y provisión de servicios esenciales (FAO y SAGARPA, 2000). Por otro lado, disminuyeron la capacidad de innovación de los productores agropecuarios, reduciendo la inversión privada neta.

En la década del 80, México comenzó un profundo proceso de transformación económica basado en la desregulación de la economía interna y del comercio exterior; en cambio, la transformación política se retrasó diez años. El efecto combinado de las nuevas políticas resultó en la transferencia de responsabilidades del gobierno a los productores privados y ejidales, de las autoridades federales a los gobiernos estatales y la eliminación de la regulación de precios por parte del gobierno permitiendo el accionar de los mercados (Naylor et al., 2001).

Las nuevas políticas redujeron la inversión pública en el sector agropecuario, los subsidios y los gastos en fomento agrícola y desregularon parcialmente el comercio internacional de productos agropecuarios. La proporción del gasto público orientado a la agricultura en el gasto total cayó del 12% en 1980 a menos del 6% en 1989. Este último porcentaje se calculó sobre un total notablemente inferior al del comienzo de la década. Habiéndose desarrollado con una protección fuerte, la agricultura se vio repentinamente obligada a competir en mercados más abiertos.

A pesar de los cambios de políticas, la superficie cosechada, los rendimientos por hectárea y la composición del producto agropecuario, se mantuvieron estables durante la década del 80. En la década del 90 el sector creció a tasas moderadas, impulsado por un aumento en los rendimientos unitarios y cambios en la estructura de cultivos. Este mayor dinamismo reflejó los cambios estructurales que se habían producido en la década anterior: mientras que la producción de la mayoría de los granos y oleaginosas cayó, aumentó la de frutas, verduras, forrajes y cultivos industriales (FAO y SAGARPA, 2000).

En el periodo analizado, dos tipos de políticas influyeron fuertemente sobre el agro mexicano: las de precios de productos e insumos agropecuarios, incluidos los subsidios a la producción, y las de comercio exterior.

² Los créditos para financiar la adopción de paquetes tecnológicos específicos fueron uno de los instrumentos más importantes ya que alrededor de la mitad de los subsidios se transferían a través de la banca pública rural (FAO y SAGARPA, 2000).

2.1.1 Políticas de precios de productos e insumos agropecuarios

Hasta la primera mitad de la década del 80 las políticas de precios incluían precios de garantía para determinados productos, control del comercio exterior e intervención en el tipo de cambio. Los apoyos a la producción incluían subsidios a los insumos (particularmente al agua de riego, electricidad, fertilizantes y semillas), tasas de interés preferenciales, seguro agrícola e inversiones en infraestructura agrícola (Mielke, 1992). Las políticas de precios incentivaron un uso excesivo de ciertos insumos; por ejemplo, existen evidencias claras de que los acuíferos en las principales áreas de riego se están agotando porque las extracciones superan la recarga (Triomphe et al., 2001).

Con los programas de ajuste estructural se desreguló el comercio exterior, se vendieron empresas paraestatales, cayó la participación gubernamental en la distribución y comercialización de insumos y productos agropecuarios, se eliminaron los controles de precios y se abolieron y/o redujeron los subsidios (Salcedo, 1999; Yúnez-Naude, 1994). Aun después de estos cambios, los apoyos públicos a la agricultura incluían una gran cantidad de subsidios que, en 1990, alcanzaron la cifra de 6,000 millones de dólares o 13% del presupuesto federal (Naylor et al., 2001).

En 1993 México cambió el sistema de precios de garantía por el programa PROCAMPO, un sistema de pagos directos, basado en la superficie sembrada con determinados cultivos pero no ligado a la producción de los mismos (Valdez, 1994). Los apoyos llegaron a 3.3 millones de productores, que abarcaban cerca de 14 millones de hectáreas por un monto cercano a los 1,000 millones de dólares anuales. PROCAMPO representó un cambio en la orientación de programas previos en el sentido de que la mayor parte de los apoyos se otorgaron a pequeños productores: cerca de la mitad de los recursos se concedieron a explotaciones de menos de 5 hectáreas y otra cuarta parte a explotaciones de entre 5 y 10 hectáreas.

En 1995 se inició el programa Alianza para el Campo, cuyo componente principal era la transferencia de tecnología (ferti-irrigación, establecimiento de praderas, sanidad vegetal, mejoramiento del hato ganadero, equipamiento rural, mecanización, capacitación y extensión, programa lechero, campañas de salud animal y programa de café). Los costos del programa fueron financiados conjuntamente por el gobierno federal, los gobiernos estatales y los productores participantes, lo que limitaba la participación de productores con escasa capacidad de inversión. En 1998 los recursos distribuidos por Alianza para el Campo alcanzaron cerca de 3.1 mil millones de dólares, de los cuales los gobiernos estatales aportaron el 37% y el gobierno federal el 63% (Kondo, 1999).

Luego de la incorporación de México al Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México (TLC), se establecieron apoyos que compensaban a los compradores de productos agropecuarios por pagar un precio interno superior al de productos similares importados. Estos apoyos son operados por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). Esta institución también otorga cobertura de precios a los productores de ciertos productos en regiones específicas. El monto de subsidios otorgado por ASERCA en el 2000 fue de aproximadamente 320 millones de dólares (FAO y SAGARPA, 2000).

Un objetivo importante de las políticas agropecuarias recientes fue la consolidación de los mecanismos de mercado como elemento director de las decisiones productivas. La transición de un mercado protegido a uno integrado a la economía internacional forzó a los productores a transformarse para aumentar su eficiencia productiva y de comercialización. Pero esta transformación se ha demorado por falta de crédito (Rosenzweig, 2001) y los crecientes riesgos asociados con el inicio de nuevas actividades. Los productores utilizaron los programas de apoyo a la agricultura, como Alianza para el Campo, para capitalizarse y continuar produciendo granos. Como la mayoría de los beneficiarios del programa Alianza eran productores de zonas irrigadas, los pequeños productores de zonas de temporal dejaron de recibir apoyo (FAO y SAGARPA, 2000). La razón es que los productores participantes tenían que contribuir con un tercio de los costos, y esto limitaba los apoyos a productores con una mínima capacidad financiera.

2.1.2 Políticas de comercio exterior

Desde la década del 80, México desreguló drásticamente su comercio internacional y abrió nuevos mercados, especialmente el de América del Norte. En respuesta a esta situación, la participación de las exportaciones en el PBI pasó de 17% en 1994 a 33% en 1999. Este comportamiento dinámico se dio en el marco de una fuerte revalorización del peso frente al dólar norteamericano y de fuertes ganancias en productividad gracias a la adopción de nuevas tecnologías, al crecimiento de la maquila y a la caída en los precios de algunos servicios como consecuencia de su desregulación (FAO y SAGARPA, 2000).

En 1986 México se incorporó al GATT, abriendo su comercio exterior de manera substancial. En 1987 la tasa máxima de aranceles fue reducida a 20%, nivel inferior al pactado en el acceso al GATT. Con la firma del TLC en 1994, todos los permisos de importación aún vigentes fueron convertidos a aranceles o cuotas arancelarias, los cuales serán totalmente eliminados para los miembros del TLC a más tardar en el 2008. Si bien el TLC incluye la reducción de aranceles, no incluye compromisos de reducción de los apoyos internos ni de los subsidios a la exportación (OCDE, 1977). En el año 2000 se firmó un acuerdo de libre comercio con la Comunidad Europea que incluye productos agropecuarios. El acuerdo contempla la eliminación progresiva de los gravámenes de importación, con plazos de reducción específicos por producto.³

La liberalización del comercio exterior también incluyó el retiro del estado de estas actividades y la eliminación de barreras no arancelarias.

2.2 Evolución del PBI agropecuario

La mayor parte del PBI mexicano es generada por el sector servicios (67%), seguido en importancia por el sector industrial (27%) y el sector agropecuario (6%). Entre 1988 y el 2000, el PBI total creció a una tasa media anual del 3.5%, mientras que el sector agropecuario apenas creció al 1.9% anual (INEGI, varios años). A pesar del lento crecimiento del sector, el empleo agropecuario en la década del 90 se mantuvo estable en

³ Los aranceles para lácteos, carnes, granos, oleaginosas y azúcar están excluidos temporalmente bajo cláusula de revisión en tres años debido a los fuertes subsidios otorgados por la Comunidad Europea.

alrededor de 8.7 millones de trabajadores (FAO y SAGARPA, 2000; Zedillo, 2000). En el período 1990-1999 la producción agrícola representó en promedio el 70% del PBI agropecuario, la producción pecuaria el 23%, la silvícola el 4% y la pesquera el 3%. En el mismo período, la producción agrícola creció a una tasa media anual del 1.9%, la producción pecuaria a una tasa del 1.3%, la silvícola al 1.0% y la pesca al 1.1% (INEGI, varios años) (Figura 1).

Los rubros agrícolas más importantes son hortalizas, frutales, cereales y forrajes. Entre 1980 y 1999 la participación de los cereales en el valor total de la producción agrícola cayó de 31% a 20% y la de los cultivos industriales de 19% a 15% (Figura 2). Esta caída fue causada por el mayor dinamismo tecnológico y comercial de las producciones para exportación, cambios en las políticas agrícolas y la caída de los precios reales de cereales y oleaginosas.

Si bien las exportaciones de hortalizas ya eran importantes a fines de la década del 80, los cambios tecnológicos en la producción y comercialización se aceleraron en la década del 90. Las principales innovaciones tecnológicas de producción introducidas fueron los sistemas de riego presurizados y por goteo, los sistemas de ferti-irrigación, el uso de la plasticultura o acolchado (que permite esterilizar el suelo por las altas temperaturas que genera, retener humedad e inhibir el crecimiento de malezas) y la introducción de semillas mejoradas.

En general, estas tecnologías fueron importadas. En el caso del tomate, la principal hortaliza de exportación, se introdujo una variedad de larga vida en anaquel, desarrollada en Israel. Esta variedad aumentó la competitividad de los productores mexicanos en el mercado estadounidense, ya que dicha variedad no ha podido ser adaptada a las principales zonas productoras de Estados Unidos. La adopción de sistemas de ferti-irrigación fue subsidiada por los gobiernos federal y estatales (Salcedo, 1999). Las

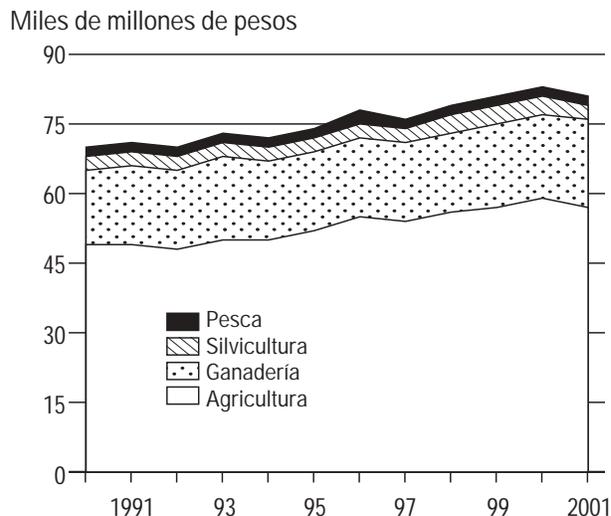


Figura 1. PBI agropecuario mexicano.
Valores a precios de 1993.
Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR.

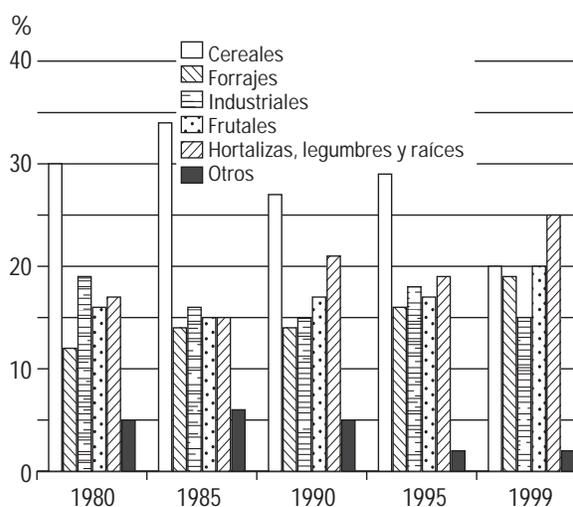


Figura 2. Distribución porcentual del valor de la producción de los cultivos agrícolas.
Fuente: SAGARPA

tecnologías de comercialización introducidas incluyeron una consolidación de las empresas comercializadoras para ofrecer hortalizas todo el año y mayor eficiencia en los trámites aduaneros, en las comunicaciones con los compradores y en los procesos de distribución en Estados Unidos (Calvin y Barrios, 1999).

La producción de frutas para la exportación también aumentó considerablemente. Por ejemplo, las exportaciones de plátano crecieron 4.870% durante el periodo 1982-1997. Las tecnologías de producción fueron importadas de Centroamérica; de hecho algunos gerentes de las principales fincas bananeras eran originarios de esta región (Salcedo, 1999). Si bien el crecimiento de las exportaciones de frutas y hortalizas se ha concentrado en productores mexicanos que ya exportaban antes del TLC, existe un gran potencial de crecimiento para productores medianos que todavía no participan en estos mercados (Yúnez-Naude, 2001).

El desarrollo de cuencas lecheras intensivas en varias regiones del país ha estimulado la demanda de varios cultivos forrajeros, entre los que destacan la alfalfa, el maíz y el sorgo. Los granos básicos desempeñan un papel fundamental en la agricultura mexicana ya que constituyen la base de la alimentación de una gran parte de la población de bajos recursos, en particular de campesinos que producen para el autoconsumo. En los años previos a la entrada en vigencia del TLC, la mayoría de los estudios indicaban que la producción de granos básicos caería como consecuencia de la competencia de importaciones. A pesar de las predicciones, la producción se mantuvo estancada en la década del 90, salvo la de maíz, que se expandió (Figura 3), y la de trigo y de soya que se contrajeron; esta última principalmente a causa de los ataques de la mosca blanca.

Existen tres explicaciones alternativas de la estabilidad de la producción de granos básicos. La primera es que el nivel de protección efectiva que se le otorga es aún relativamente alto. PROCAMPO y ASERCA, en particular, han apoyado a los productores de granos básicos, y principalmente a los comerciales⁴ (Rosenzweig, 2001, Yúnez-Naude, 2001). En el caso del maíz, los fuertes subsidios estuvieron complementados con un considerable aumento de los rendimientos y la expansión del cultivo en zonas con condiciones favorables.

La segunda explicación es que una gran parte de la oferta de granos básicos

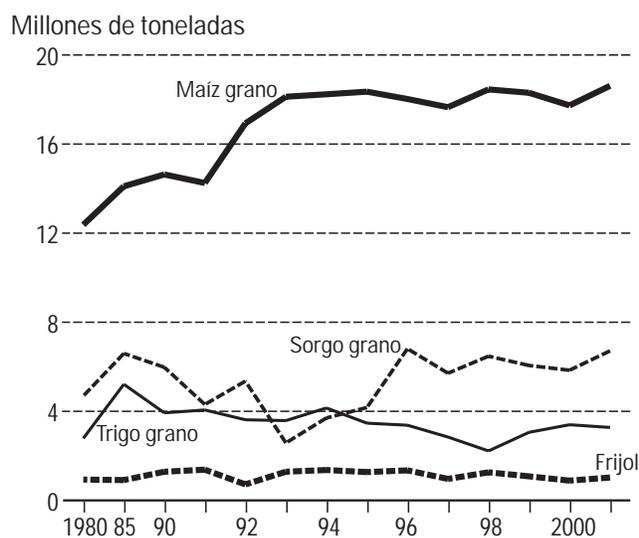


Figura 3. Producción de los principales cultivos básicos en México.

Fuente: SAGARPA.

⁴ Los productores comerciales predominan en las zonas de riego y en las de temporal con buenas tierras y precipitaciones adecuadas.

(sobre todo maíz y frijol) es generada por pequeños productores. Estos productores enfrentan altos costos de transacción en algunos mercados, lo que explica, al menos parcialmente, que produzcan para el autoconsumo.⁵ Por esta razón, fueron menos afectados por la liberalización de las políticas de precios y de comercio exterior (Taylor et al., 1999).

La tercera explicación es que las demandas de los productores de autoconsumo se basan en características específicas (ej., gusto, color, facilidad de cocción, etc.), que no pueden encontrarse fácilmente en los mercados. Al mismo tiempo, las familias de estos productores tienen estrategias de ingresos diversificadas, entre ellas, la producción para el autoconsumo, producción para el mercado e ingresos no agropecuarios (especialmente transferencias de migrantes) (Yúnez-Naude et al., 2000). Apenas entre el 20% y el 35% del ingreso de los productores con 5 ha o menos se genera en la finca, más del 50% del ingreso proviene de actividades no agrícolas y entre el 16 y el 20% de transferencias de migrantes a los Estados Unidos (Rosenzweig, 2001). Por esta razón, su producción de granos básicos no está dirigida al mercado sino a satisfacer una demanda personal.

2.3 Evolución de las exportaciones e importaciones agropecuarias

Durante los últimos 20 años, la competitividad de la agricultura mexicana estuvo afectada por tres grandes variables: 1) la inestabilidad de la década del 80 y primera mitad de la del 90, seguida por la apertura comercial y la apreciación del tipo de cambio; 2) el peso de las deudas bancarias del sector, agravada por las altas tasas de interés real; y 3) la rápida reducción de los subsidios por parte del gobierno federal en la década del 90 (FAO y SAGARPA, 2000).

La desregulación del comercio exterior permitió un fuerte crecimiento de las importaciones y exportaciones en general, y de las agroalimentarias en particular. En la década del 90 las exportaciones totales crecieron al 11.2% anual, y al 15% anual entre 1992 y 1998. Entre 1994 y 1999 las exportaciones mexicanas pasaron de 61 a 137 mil millones de dólares. Las importaciones crecieron a una tasa menor: 7% anual (FAO y SAGARPA, 2000). El saldo neto de los intercambios de bienes agroalimentarios fue crecientemente desfavorable para México hasta 1994, pero a partir de 1995 el déficit de la balanza agroalimentaria disminuyó, tanto por el aumento del volumen como por el valor de las exportaciones (Cuadro 1).

Cuadro 1. México: Balanza comercial agroalimentaria, 1985-1997 (millones de dólares).

Año	Exportaciones		Importaciones		Saldo
	Valor	Índice	Valor	Índice	
1985	1740	100	2106	100	-366
1986	2619	151	1422	67	1197
1987	2323	134	1562	74	761
1988	2544	146	2973	141	-429
1989	2371	136	3978	189	-1607
1990	2910	167	4704	223	-1794
1991	3200	184	4643	220	-1443
1992	3141	181	6143	292	-3002
1993	3683	212	5915	281	-2232
1994	4116	237	7274	345	-3158
1995	5861	337	5222	248	639
1996	5782	332	7752	368	-1970
1997	4165	239	4278	203	-113

Fuente: Medina y Aguirre, 1999.

⁵ Por ejemplo, la gran mayoría de los beneficiarios del programa Alianza para el Campo venden en el mercado interno, con una fracción importante para autoconsumo y sólo una mínima parte produce para la exportación; más aun, 96% de los beneficiarios mantuvieron el uso del suelo después de recibir los subsidios (FAO y SAGARPA, 2000).

Las exportaciones de productos agroalimentarios que más crecieron en el periodo de 1985-1997 fueron legumbres, hortalizas y frutas frescas, cerveza, tequila y otros aguardientes, jugo de naranja, extractos de café y carne bovina. Las exportaciones de frutas y verduras frescas crecieron gracias a las ventajas estacionales con que cuenta México, a la importación de tecnologías avanzadas (ver la pág. 10), al crecimiento de la demanda en Estados Unidos, y en menor medida al TLC dado que los aranceles aplicados a las frutas y verduras mexicanas eran en promedio bajos antes de la entrada en vigor del Tratado. Las importaciones que más crecieron en ese periodo fueron alimentos para ganado, carnes frescas o refrigeradas, aceites y grasas animales y vegetales, preparados alimenticios especiales y conservas vegetales.

En la agricultura mexicana conviven diferentes sistemas de producción. Los tres más importantes son la agricultura comercial, los pequeños productores en transición y los productores de subsistencia (Del Valle y Sánchez, 1996). Los agricultores comerciales se caracterizan por su inserción en mercados nacionales e internacionales; cuentan con extensiones de tierra relativamente importantes y utilizan sistemas de riego e insumos comerciales; en la región Noroeste producen hortalizas, granos y frutales; en la región del Noreste predomina la producción de forrajes y granos, y en el Bajío (centro) destacan los granos y hortalizas.

Los productores en transición agrupan a ejidatarios y productores privados que producen alimentos básicos para el mercado interno; poseen extensiones de tierra de medianas a grandes, generalmente de buen temporal y emplean insumos modernos (ej. semillas mejoradas y fertilizantes).

Los productores tradicionales o de subsistencia se encuentran en todo el territorio mexicano, sobre todo en terrenos de temporal, utilizan semillas criollas que generalmente guardan de cosechas anteriores y pocos insumos comerciales. En este tipo de agricultura predomina la producción de granos básicos para autoconsumo. Por esta razón, su demanda de tecnologías de alta productividad es muy baja (Taylor et al., 1999).

3. El sistema nacional de investigación

3.1 Organización

El sistema nacional de investigación puede dividirse en un subsistema institucionalizado y uno no institucionalizado. En el nivel superior del sistema institucionalizado está el Poder Ejecutivo Federal, responsable de regular las actividades de investigación y de asignar recursos para investigación en la propuesta de presupuesto elevado al Congreso. El Presidente de la República es asesorado en temas científicos por el Consejo Consultivo de Ciencias, formado por investigadores a los que se les ha otorgado el Premio Nacional de Ciencias. En 1999 se creó el Gabinete Especializado en Ciencia y Tecnología, el cual realizó su primera reunión de trabajo en mayo del 2000.

El Congreso de la Unión participa en el proceso de elaboración y aprobación del presupuesto de la nación y de las leyes que regulan las actividades de investigación. En ambas cámaras del Congreso existen comités de ciencia y tecnología, encargados de la preparación y análisis de las iniciativas legislativas relacionadas con la investigación científica y la difusión de tecnologías.

Por debajo del poder ejecutivo, los principales organismos dentro del sistema de ciencia y tecnología son (RICYT, 2001):

- La Secretaría de Educación Pública (SEP).
- El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- El sistema CINVESTAV.
- Otras secretarías de estado.

Hasta el 2001 la SEP era el máximo organismo responsable de la política científica y tecnológica mexicana y de la coordinación de las actividades de las instituciones que participan del sistema institucional de investigación. La SEP era también responsable del funcionamiento y evaluación del CONACYT, así como de su programación y decisiones presupuestarias. En el 2002 el CONACYT se convirtió en un organismo dependiente directamente de la Presidencia de la República y dejó de depender de la SEP.

El CONACYT es un organismo público federal con estatuto jurídico propio. Cumple un papel fundamental en el sistema de ciencia y tecnología mexicano, ya que colabora con la administración federal en la definición de las políticas científicas y tecnológicas, participa de la coordinación del sistema institucionalizado, define normas de funcionamiento, administra fondos públicos para ciencia y tecnología, apoya la innovación en el sector productivo y contribuye a la vinculación de las actividades de ciencia y técnica con otros agentes dentro del país y con instituciones extranjeras. Además, es responsable del sistema de estudios de postgrado más importante del país, mantiene varios centros de investigación en el sistema SEP-CONACYT y administra el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

El sistema SEP-CONACYT, creado en 1992, puede dividirse en tres subsistemas: el de Ciencias Exactas y Naturales, cuya misión principal es el desarrollo de ciencia básica y aplicada, el de Desarrollo e Innovación Tecnológica y Servicios, orientado a satisfacer las necesidades de las industrias y favorecer el desarrollo económico de las regiones en las que actúan, y el de Ciencias Sociales y Humanidades. En 1996 el sistema recibió cerca del 19% del gasto del gobierno federal en ciencia y tecnología (Casas et al., 2000).

El SNI fue creado en 1994 por decreto presidencial como un mecanismo de estímulo económico a los investigadores, con el propósito de arraigarlos en sus centros e institutos de docencia e investigación. El SNI está diseñado principalmente para investigadores con nivel de doctorado y con una alta producción científica. Inicialmente, los requisitos de entrada y permanencia en el SNI daban prioridad a las publicaciones en revistas científicas incluidas en un padrón de excelencia del CONACYT. De esta manera, se incentivaba a los investigadores a realizar estudios de doctorado y se fomentaba la investigación académica, pero no la interacción con otros agentes del sistema de innovación. Además, el sistema discriminaba las actividades de investigación más aplicadas o de sistemas, ya que éstas raramente permiten escribir artículos que se puedan publicar en revistas científicas de primer nivel. Los investigadores ligados al sector agropecuario fueron particularmente afectados por estas reglamentaciones (ver más adelante). Una reforma al sistema en 1999 permitió a los investigadores participar en el SNI, no sólo con base en publicaciones sino también por desarrollos tecnológicos y actividades de innovación.

Los recursos destinados al SNI en el 2000 fueron de aproximadamente 70 millones de dólares (CONACYT, 2001). El número de investigadores aumentó de 5,879 en 1995 a cerca de 7,800 en el 2000. Además del crecimiento absoluto, el sistema se descentralizó. En 1995, el 33% de los investigadores del SNI se encontraban en los estados mientras que en el 2000 esta proporción aumentó al 48%.

El CONACYT ha dedicado una proporción significativa de su presupuesto al Programa de Becas-Crédito, y a partir de 1993 se manifestó un crecimiento sustantivo en los recursos destinados a este rubro. En 1996 los fondos destinados a becas representaron el 40% del gasto total del CONACYT, contra el 29% en 1994. El destino de los recursos de las becas también ha registrado cambios. En 1994 el 55% del gasto en este rubro se destinaba a financiar estudios en el país y el 45% en el extranjero. En el 2000 estas proporciones fueron de 65% y 35%, respectivamente, lo cual reflejó los menores costos obtenidos por medio de convenios con instituciones educativas extranjeras (CONACYT, 2001).

Uno de los mecanismos más importantes que utiliza el CONACYT para distribuir recursos financieros son los concursos de proyectos de investigación abiertos a todas las instituciones de investigación y docencia. Existen dos tipos de convocatorias: nacionales y regionales. En las convocatorias nacionales se concursa principalmente por proyectos de investigación básica y/o estratégica, a cargo de investigadores con doctorado de amplia trayectoria. Las convocatorias regionales operan a través de nueve delegaciones regionales, y los recursos se orientan principalmente a proyectos de investigación aplicada de impacto regional, a cargo de investigadores que con frecuencia tienen menores calificaciones

académicas. En ambos casos, los criterios de aprobación de los proyectos son: calidad académica, pertinencia y cobertura regional, aportación de fondos complementarios, trabajo interinstitucional e interdisciplinario y formación de recursos humanos.

En 1998 se estableció el Programa de Modernización Tecnológica, el cual brinda apoyo económico al sector privado para adquirir servicios de consultoría a fin de diagnosticar la problemática tecnológica de empresas individuales y realizar proyectos tecnológicos que mejoren tanto los productos como los procesos productivos (CONACYT, 2001).

El sistema CINVESTAV (Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados) fue creado en 1961 con el propósito de formar investigadores especializados y de desarrollar investigaciones originales en diferentes áreas científicas y tecnológicas. Inicialmente ubicado en la Ciudad de México, posteriormente abrió otras unidades en los estados de Guanajuato, Yucatán, Coahuila, Jalisco y Querétaro. En 1996 el CINVESTAV recibió el 7% de los gastos federales en ciencia y técnica y empleaba al 7% de los investigadores del SNI (Casas et al., 2000).

Diversas secretarías de estado (ej. SAGARPA, SEMARNAT, de Energía, de Economía y de Desarrollo Social) también realizan investigación científica y desarrollo tecnológico en áreas de su competencia en institutos especializados, como los de Ecología y de Tecnología del Agua, dependientes de la SEMARNAT. Otras instituciones que realizan tareas de investigación y desarrollo tecnológico en México son:

- Instituciones de educación superior (públicas y privadas). Las principales universidades públicas que realizan investigación son la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana y el Instituto Politécnico Nacional. Tres universidades (dependientes de la SAGARPA) se dedican especialmente al sector agropecuario: el Colegio de Postgraduados (CP), la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). En años recientes, algunas universidades localizadas en los estados han comenzado programas de investigación, a menudo en asociación con universidades estadounidenses. Entre las instituciones privadas que realizan investigación agropecuaria se destaca el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, orientado principalmente a los agronegocios.
- Sector industrial, donde unas pocas empresas han desarrollado importantes capacidades de investigación y desarrollo, como por ejemplo, en biotecnología aplicada a frutas y verduras.

Igual que en la mayoría de los países latinoamericanos, las instituciones públicas de investigación en México fueron creadas con la misión de generar tecnologías para el sector público mientras que las instituciones de educación realizaban “ciencia pura” (Casas et al., 2000; Katz, 2001). Además, las instituciones se organizaron según la concepción lineal de la ciencia. El resultado fue un sistema fragmentado en el que las instituciones de investigación

acumularon una considerable capacidad de trabajo pero interactuaban débilmente con otras instituciones de investigación y el sector productivo.

En la década del 90, México comenzó a transformar su sistema de investigación, que era dominado casi con exclusividad por el sector público. En 1998 se promovió un amplio debate sobre cuál debería ser el marco regulatorio de la investigación en México. A partir de dicho debate, la SEP, el Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, la Academia Mexicana de Ciencias y el CONACYT elaboraron la propuesta de ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, cuyo objetivo era crear un nuevo marco regulatorio para estas actividades y para los apoyos otorgados por el gobierno federal. La ley, aprobada a comienzos de 1999, establece que el Estado debe fomentar la descentralización –territorial e institucional– de las actividades de investigación, así como fomentar la vinculación de las instituciones públicas de investigación con empresas.⁶ También establece que los apoyos públicos deben distribuirse mediante concursos y que las instituciones que reciban recursos públicos deben someterse a evaluaciones externas periódicas.

Antes de la sanción de la ley, las instituciones públicas de investigación estaban obligadas a cumplir con la normatividad establecida por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y de la Contraloría y Desarrollo Administrativo. Estas normas eran demasiado rígidas para la realización de tareas de investigación y limitaban la capacidad operativa de los institutos públicos. Para subsanar esta deficiencia, la ley creó la figura jurídica de los Centros Públicos de Investigación, otorgándoles una mayor autonomía técnica, operativa y administrativa. La mayor autonomía implica que los Centros Públicos pueden disponer de la totalidad de los recursos que generen y con ello incentivar la captación de recursos y la interacción con agentes que puedan proveer recursos.

En 1999 se autorizó la desgravación impositiva de los incrementos en gastos de innovación en empresas y se permitió a las instituciones científicas y tecnológicas importar insumos libres de gravámenes. El CONACYT, junto con las Secretarías de Hacienda y Crédito Público, Educación Pública y Comercio y Fomento Industrial, integra el comité interinstitucional que evalúa las propuestas que presentan las empresas a fin de hacerse acreedoras a dicho estímulo. Si bien aún no ha pasado suficiente tiempo como para evaluar este programa, los primeros resultados muestran que su impacto es débil. Además, la experiencia de otros países indica que estos estímulos no son adecuados para las pequeñas empresas porque los montos que éstas pagan en impuestos son reducidos; en cambio, estos programas pueden ser importantes para las grandes empresas, incluidas las agroindustriales.

A fin de corregir la falta de interacción entre agentes, en la década del 90 se crearon una serie de programas y centros de vinculación tecnológica y de transferencia de tecnología. Estos programas regulan las interacciones entre instituciones, pero como los cambios dentro de las instituciones (en especial los incentivos a los investigadores) han sido mucho

⁶ Cuando se preparó este documento, el Congreso de la Unión discutía una reforma sustancial del sistema nacional de investigación.

menores, el impacto ha sido reducido. Por ejemplo, las instituciones de investigación tienen una fuerte tradición de mecanismos de decisión centralizados y de poca colaboración entre ellas (Triomphe et al., 2001a). A pesar de que las decisiones sobre las actividades a emprender emanan en general de las autoridades de las instituciones, éstas tienen poca capacidad para imponerlas a los investigadores individuales pues no existen mecanismos de control eficientes (por ejemplo, los investigadores tienen la estabilidad de los empleados públicos y no existen mecanismos de control de calidad de las investigaciones).

Las nuevas políticas científicas y tecnológicas han dado preferencia a las demandas tecnológicas para la definición de prioridades de investigación y han propiciado una creciente participación del sector privado, otorgando apoyos específicos para promover la vinculación con centros de investigación y desarrollo (Casas et al., 2000; Tapia, 1997).

3.1.1 Origen y utilización de recursos de investigación

El financiamiento público de la investigación se ha reducido desde los años 80 como parte de las políticas de transformación del Estado. El incremento observado a partir de 1991 se debe a que desde ese año se reportan como gasto de ciencia y tecnología los recursos asignados a fondos para el fortalecimiento de la infraestructura y capacidades científicas y para repatriar a científicos mexicanos (Figura 4).

En 2001 los recursos destinados a todas las actividades de ciencia y tecnología representaron apenas el 0.44% del PBI. En 1997, últimos datos disponibles, el gobierno constituía la principal fuente de financiamiento de las actividades científicas (71% del total), seguido por el sector privado (17%) y las instituciones de educación superior (9%); y, por último, el 2.5% de los fondos provinieron de fuentes extranjeras (RICYT, 2001).

En 1997 el 23% de los recursos se destinó a investigación básica, el 48% a investigación aplicada y el 29% a desarrollo experimental. La distribución de estas actividades por sector de ejecución cambió sustancialmente en el periodo que se analiza ya que la participación de las instituciones de enseñanza superior en actividades de investigación cayó del 54% en 1993 al 40% en 1997, mientras que la participación de las empresas aumentó del 10% al 20%. La participación de las instituciones sin fines de lucro subió del 0.4% al 1.6% y la de las instituciones gubernamentales del 36% al 39% (RICYT, 2001).

La asignación de recursos de investigación por sector económico también cambió en respuesta a los cambios estructurales que experimentó la economía mexicana. La proporción del gasto destinada al sector

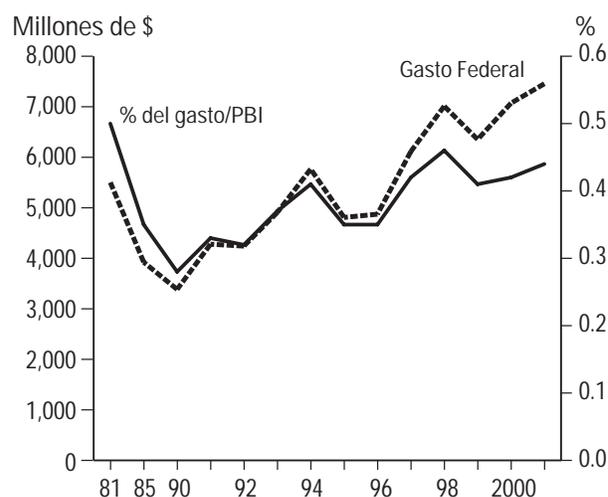


Figura 4. Gasto federal en ciencia y tecnología, en millones de pesos a precios de 1994, y su porcentaje con respecto al PBI.

Fuente: Elaborado con datos del INEGI, varios años.

agropecuario cayó del 32% del total en 1993 al 22% en 1997, mientras que la proporción destinada a desarrollos industriales y de tecnología subió del 6% al 20% (Cuadro 2).

La asignación del gasto de ciencia y tecnología difiere de la distribución de investigadores por disciplina científica. Según los últimos datos disponibles, en 1995 apenas el 17% de los investigadores se dedicaban a ingeniería y desarrollos tecnológicos, el 12% a Ciencias Médicas, el 7% a Ciencias Naturales y Exactas, el 3% a Ciencias Agrícolas y el 59% a Ciencias Sociales (RICYT, 2001). En la década del 90 México hizo un importante esfuerzo para aumentar la cantidad de profesionales con estudios de postgrado. La cantidad de estudiantes que obtuvieron el título de maestro aumentó 193% entre 1990 y 1997 y el de doctores 232% (Cuadro 3). Estos datos registran únicamente a estudiantes en universidades mexicanas. Los mayores aumentos se registraron en las áreas de ingeniería y tecnología y de Ciencias Agrícolas (RICYT, 2001).

Cuadro 2. Gasto en ciencia y tecnología por objetivo socioeconómico (en porcentaje).

Año	1993	1994	1995	1996	1997
Agricultura, silvicultura y pesca	32.1	23.6	22.6	22.7	22.0
Desarrollo industrial y de tecnología	5.8	24.5	25.9	21.3	20.0
Energía	14.1	6.6	5.7	7.2	7.4
Infraestructura	2.6	3.1	4.0	9.7	5.3
Medio ambiente	1.7	2.6	3.6	8.5	11.8
Salud (excluida la contaminación)	19.6	14.6	16.0	10.8	12.4
Desarrollo social y servicios sociales	5.1	10.3	4.0	6.1	6.1
Tierra y atmósfera	5.3	2.6	1.7	1.0	1.0
Promoción general del conocimiento	8.4	6.4	10.7	3.8	4.3
Sin especificar	5.3	5.6	5.9	9.0	9.7
Total	100	100	100	100	100

Fuente: RICYT (2001).

Cuadro 3. Gasto en ciencia y tecnología por disciplinas (en porcentaje).

Maestrías	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Naturales y Exactas	389	530	401	516	568	633	616	810
Ingeniería y Tecnología	852	1017	1009	977	1345	1614	2025	2172
Ciencias Médicas	295	265	323	258	362	533	536	639
Ciencias Agrícolas	296	255	255	276	368	373	431	530
Ciencias Sociales	2172	2565	2667	2738	2896	4824	4505	6778
Humanidades	942	880	1094	1364	1642	2031	3051	3580
Total	4946	5512	5749	6129	7181	10008	11164	14509
Doctorados								
Naturales y Exactas	84	69	80	83	120	107	123	219
Ingeniería y Tecnología	8	11	27	32	40	55	62	119
Ciencias Médicas	35	41	36	42	53	59	103	134
Ciencias Agrícolas	4	3	9	5	10	20	48	64
Ciencias Sociales	98	97	100	95	124	161	236	191
Humanidades	40	17	61	95	141	117	162	166
Total	269	238	313	352	488	519	734	893

Fuente: RICYT (2001).

4. Organización del sistema nacional de investigación agropecuaria (SNIA)

En México no existe un sistema formal que coordine las actividades de las diferentes instituciones de investigación agropecuaria. En la segunda mitad de la década del 90 el INIFAP impulsó la creación de dicho sistema pero esos esfuerzos no cristalizaron (Kondo, 1999). Sin embargo, existe un sistema nacional de facto en el cual interactúan agentes públicos y privados que llevan a cabo investigación y extensión agropecuaria. Las principales instituciones dentro del sistema de investigación agropecuario son:

- La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de sus instituciones de investigación y docencia: INIFAP, el CP, la UACh y la UAAAN;
- Los Institutos Tecnológicos Agropecuarios dependientes de la SEP;
- Las Facultades de Agronomía y Veterinaria de las universidades estatales;
- Los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología; y
- Los Patronatos de Apoyo a la Investigación y las fundaciones estatales PRODUCE para fomento y apoyo a proyectos con orientación hacia la transferencia de tecnología.

Los patronatos y las fundaciones fueron creados para diversificar el financiamiento de la investigación agropecuaria y permitir una mayor participación de los productores en la definición de las prioridades de investigación. Pero como en general estas instituciones fueron creadas desde el gobierno y no por los agentes activos en cada estado, la participación real de los productores en las mismas es muy variable.

Al igual que el resto del sistema nacional de investigación, los sistemas de investigación y extensión agropecuaria en México se organizaron a partir de la visión lineal de la ciencia. A pesar de los cambios introducidos en años recientes (ver más adelante), esta concepción todavía predomina en el sistema público de investigación. A menudo los mecanismos de comunicación entre los diferentes agentes dentro del sistema de innovación (investigadores, extensionistas y usuarios de tecnologías) no funcionaban con la intensidad necesaria y, en consecuencia, las tecnologías generadas no resultaban adecuadas a los requerimientos de los usuarios (Casas et al., 2000). En general, las interacciones entre instituciones de investigación y entre éstas y las de extensión se concentraban en los estratos directivos, con poca interacción a nivel de investigadores y técnicos. A su vez, los productores no tenían ninguna capacidad de influir sobre la organización de las instituciones de investigación. Como respuesta a esta falta de interacción, diversos agentes comenzaron a buscar fuentes alternativas de tecnologías. Así, algunos productores desarrollaron técnicas propias (ej., la siembra de trigo en camas⁷) o empresas proveedoras de insumos o comercializadoras de productos las importaron del exterior (p. ejemplo, frutas y hortalizas para exportación).

En algunos casos, las instituciones de investigación y extensión también funcionaron como soporte técnico de las políticas públicas sociales y de fomento a la producción agropecuaria

⁷ Ken Sayre, comunicación personal, 2001.

que subsidiaban el uso o compra de determinados paquetes tecnológicos. Estos programas adolecían básicamente de cuatro problemas. Primero, las tecnologías promovidas eran elegidas a nivel del gobierno federal, con poca interacción con los usuarios y sin atender a diferencias regionales (Kondo, 1999). Segundo, los programas enfatizaban la transferencia de maquinaria e insumos físicos, con poca atención a la capacitación de los productores en el uso de los mismos (Triomphe et al., 2001). Tercero, el servicio de extensión agrícola se consideraba como un eslabón que vinculaba los resultados de la investigación con los programas de fomento pero no transfería información de los productores a los investigadores. Cuarto, se fijaban metas que se podían cuantificar fácilmente (ej., cantidad de subsidios entregados o sembradoras compradas) desatendiendo componentes menos obvios pero cruciales para el éxito de los programas (ej., entrenamiento en el uso de las maquinarias entregadas).

A pesar de que las zonas de temporal y tropicales representan casi tres cuartas partes de la superficie agrícola mexicana, la investigación pública ha dado prioridad a las tierras de riego, en las que se concentran los productores comerciales. Las investigaciones dirigidas a este grupo en general se realizan en el campo experimental y se especializan por cultivos, partiendo de la premisa de que el productor dispone de medios para incorporar innovaciones tecnológicas (Jiménez, 1996). Esta visión parcial de la producción agropecuaria y de los procesos de innovación ha disminuido la efectividad de las instituciones de investigación.

El financiamiento público de la investigación dedicada al sector agropecuario cayó considerablemente desde 1981, tanto en términos absolutos como relativos al total del gasto público en ciencia y tecnología. La caída de las inversiones públicas en investigación agropecuaria afectó fuertemente a todas las instituciones (Cuadro 4) y las forzó a buscar nuevas fuentes de financiamiento.

La mayor parte de los recursos federales destinados a investigación agropecuaria se canalizan al INIFAP, ya que esta institución se dedica exclusivamente a tales actividades, mientras que las universidades agrarias dedican una gran parte de sus recursos a la docencia (Figura 5).

Cuadro 4. Financiamiento público a las principales instituciones de investigación y docencia agropecuarias (millones de dólares estadounidenses).

	1981	1990	1995
INIFAP	106	58	48
Colegio de Postgraduados	53	20	21
Universidad Autónoma de Chapingo	65	52	47
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	16	22	22

Fuente: SHCP, citado por OCDE, 1997.

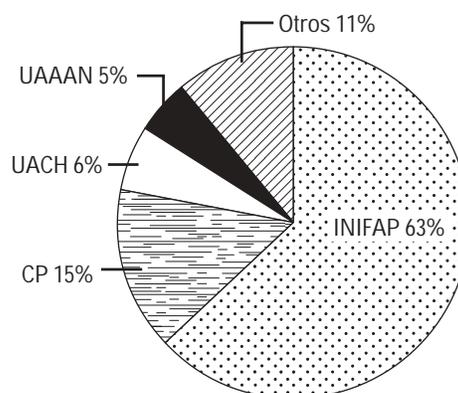


Figura 5. Distribución del gasto federal en ciencia y tecnología en agricultura, ganadería y desarrollo rural en 1997 (por institución).

Fuente: SHCP. Cuenta de la Hacienda Pública Federal. 1997.

4.1 Evolución de la investigación agropecuaria

Si bien en el siglo XIX se crearon en México varias escuelas y universidades agrarias, la investigación agropecuaria moderna apenas se inició a comienzos del siglo XX. En la década del 40 se establecieron la Oficina de Estudios Especiales (por un convenio entre la Fundación Rockefeller y la Secretaría de Agricultura y Ganadería), el Instituto de Investigaciones Agrícolas y el Instituto de Investigaciones Pecuarias (Fernández-Cornejo y Shumway, 1997). En el decenio siguiente se crearon el Instituto de Investigaciones Forestales y el Colegio de Postgraduados (CP). En 1960 la Oficina de Estudios Especiales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas se unieron para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. En 1962 el Instituto de Investigaciones Forestales se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, y en 1963 el Instituto de Investigaciones Pecuarias se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. En 1985 los tres institutos se integraron para formar el actual INIFAP.

Las reformas a las políticas científicas y tecnológicas introducidas en la década del 90 también afectaron a las instituciones ligadas al sector agropecuario. Las características fundamentales de la reforma en el sector fueron una mayor descentralización de las definiciones de prioridades y de los mecanismos de asignación de recursos. En síntesis, la filosofía de la transformación consistió en el cambio de un sistema científico centralizado a un sistema de innovación dirigido por la demanda de tecnologías (Paredes y Moncada, 2000). No obstante, el impacto de estas reformas aún es reducido, fundamentalmente por la dificultad de cambiar la mentalidad de los empleados públicos encargados de planear y ejecutar las políticas y actividades de investigación.

4.2 Organismos de financiamiento

El grueso de los recursos para investigación agropecuaria provienen del gobierno federal. Sin embargo, los gobiernos estatales destinan cada vez más recursos para solucionar problemas en sus comunidades y municipios, generalmente como complemento de los programas federales (como PROCAMPO) o financiando organismos estatales de investigación. Los recursos estatales se canalizan a través de los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología y complementan las acciones del CONACYT y de las Fundaciones Produce. Los Consejos estatales apoyan proyectos de investigación, difusión científica y tecnológica y formación de recursos humanos. Actualmente existen 13 Consejos Estatales integrados en una red.

Las inversiones privadas, en particular las de origen mexicano, están adquiriendo cada vez mayor importancia. Las empresas utilizan tres estrategias diferentes. Algunas financian proyectos de su interés en centros de investigación que no pertenecen a la empresa; otras invierten en la formación de equipos internos de investigación. Finalmente, algunas empresas combinan las dos estrategias anteriores. Algunos ejemplos dentro de esta categoría son el Grupo MASECA, Nestlé, Novartis, Monsanto, el Grupo Bimbo, la industria maltera, la industria harinera y la industria aceitera.

Otra modalidad de financiamiento privado para la investigación son los patronatos de apoyo a la investigación, formados con el propósito de solucionar problemas que afectan directamente a sus agremiados. Los primeros patronatos se crearon por decretos estatales para funcionar como entidades de sanidad vegetal y combatir plagas agrícolas. Dependiendo de si fueron promovidos por los antiguos institutos de investigación agrícola o pecuaria, los patronatos se dividen en agrícolas o pecuarios y tienen diferentes esquemas de dirección, de recaudación de fondos y de provisión de servicios.

Los patronatos agrícolas obtienen recursos mediante cuotas directas de sus miembros, cuotas por uso de agua e impuestos a la producción y/o venta de insumos votados por los propios productores. Por ejemplo, el Patronato de Sonora había fijado en 1995 un impuesto del 0.5% sobre el valor de cada tonelada de trigo producida y de 2 dólares por tonelada exportada. Los patronatos pecuarios se financiaron inicialmente con la donación de terrenos para instalaciones, tierras para experimentación y aportaciones financieras iniciales. Estos patronatos recaudan fondos por medio de diversos esquemas, por ejemplo, “medianías” entre la SAGARPA y las organizaciones para la cría y engorda de ganado. En general, los patronatos pecuarios tienen mayores dificultades para recaudar recursos de sus asociados (Polanco Jaime, 1996).

Siguiendo el ejemplo del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (el primero en crearse en 1969 y hoy el más importante), el INIFAP fomentó la réplica del modelo en otros estados. En 1995 había 56 patronatos, pero sólo 31 se mantenían activos (Polanco Jaime, 1996). Algunos patronatos pueden movilizar más recursos que las Fundaciones Produce de sus respectivos estados (ej. en los estados de México y Sonora).

Los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) del Banco de México financian fundamentalmente actividades de extensión y destinan algunos recursos a la investigación. FIRA cuenta con centros de demostración, sobre todo en temas de ganadería y de labranza de conservación. Los fondos provienen de organismos internacionales y de recursos fiscales. A fines de la década del 90, FIRA inició un proceso de revisión de sus actividades para incrementar las interacciones con institutos de investigación y universidades. Las transferencias del gobierno a FIRA pasaron de US\$13 millones en 1979 a US\$70 millones en 1995. Las actividades de FIRA se caracterizan por el mismo enfoque no participativo de los otros programas de difusión tecnológica.

Los recursos públicos para investigación son complementados con financiamientos externos. Dos de las fuentes extranjeras más importantes son el BID y el Banco Mundial. Estos bancos no financian directamente las actividades de investigación, sino que otorgan créditos a los gobiernos nacionales o estatales, los cuales deben aportar una contraparte. La importancia de estos préstamos no es tanto el monto de los mismos, sino que comprometen por varios años a los gobiernos a dedicar un volumen específico de recursos a la investigación, disminuyendo la variabilidad del financiamiento público.

Algunos gobiernos extranjeros, principalmente de países industrializados, han contribuido con recursos para investigación cuando existen problemas de interés mutuo, por ejemplo, en campañas fitosanitarias y zoonosanitarias o de conservación del ambiente y de recursos forestales. Otras fuentes de fondos externos son las fundaciones (ej. las Fundaciones McNight, Kellogg, Ford y Rockefeller) y las universidades extranjeras (ej. el programa Mexus de la Universidad de California, o los fondos que el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento Estadounidense de Agricultura (USDA) asigna a universidades del Midamerica International Agricultural Consortium de la Universidad Estatal de Oklahoma, Universidad Estatal de Iowa, la Universidad de Missouri, la Universidad de Nebraska y la Universidad Estatal de Kansas). Estos últimos programas son importantes no sólo por los fondos que aportan sino por los contactos que se establecen entre centros de investigación mexicanos e instituciones de excelencia americanas.

4.3 Organismos administradores de fondos de investigación

Si bien los organismos responsables de la administración del financiamiento de la investigación son, principalmente, instituciones públicas, la iniciativa privada, y los productores agropecuarios en particular, desempeñan un papel cada vez más preponderante. Las instituciones federales más importantes son la SAGARPA, la SEP y la SEMARNAT. La SAGARPA, como cabeza del sector, administra la mayoría de los recursos públicos para investigación agropecuaria y forestal y para actividades de transferencia de tecnología.

Las Fundaciones Produce, creadas en 1995 como parte del programa Alianza para el Campo, son asociaciones de productores constituidas como asociaciones civiles sin fines de lucro (Paredes y Moncada, 2000). Las Fundaciones financian proyectos de investigación y de transferencia de tecnología en respuesta a las demandas de los productores agropecuarios y de otros usuarios. Las Fundaciones Produce tienen una instancia nacional de coordinación, la COFUPRO. Las estrategias de las Fundaciones y de COFUPRO fueron desarrolladas en colaboración con el IICA y el ISNAR.

Las Fundaciones Produce interactúan activamente con el CONACYT, otras instituciones públicas de financiamiento dirigido al sector agropecuario (ej., FIRA y el Fondo de Capacitación e Inversión del Sector Rural) y otras fundaciones (ej. Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural). Las interacciones a nivel internacional incluyen el Consorcio de Universidades Agrícolas del Medio-Oeste Norteamericano, el sistema de la Universidad de Texas A&M, la FAO, el IICA y varios centros del CGIAR, en especial el CIMMYT, el CIAT, el IWMI y el ISNAR.

La característica principal de las Fundaciones Produce es la descentralización de las decisiones y de la administración, que fueron delegadas a los niveles estatales. Las prioridades son establecidas por los agentes interesados en las actividades de las Fundaciones, especialmente los productores agropecuarios. Desde su creación, las Fundaciones Produce han realizado una serie de foros regionales en colaboración con los Sistemas Regionales del CONACYT para detectar los problemas de los sistemas o productos agropecuarios predominantes y para definir prioridades en la asignación de los

recursos destinados a la investigación. En estos foros participan productores, investigadores y funcionarios públicos. El grado de participación de los productores en las decisiones de las Fundaciones varía entre los diferentes estados.

Las Fundaciones son responsables de administrar y asignar los fondos del programa Alianza para el Campo. Otra innovación institucional es la creación de un fideicomiso con un mecanismo mediante el que los aportes privados (incluidos los de los productores agropecuarios) son complementados con aportes equivalentes de los gobiernos federal y estatal. En algunos estados, los productores agropecuarios y empresas privadas complementan los recursos públicos (Paredes y Moncada, 2000).

Las Fundaciones Produce buscan fomentar la interacción entre agentes del sistema de innovación agropecuario y diversificar las fuentes de financiamiento de la investigación. El mayor problema de este esquema es que el financiamiento que otorgan las Fundaciones no es complemento sino sustituto del financiamiento público. De esta manera, la demanda de tecnologías tiene un peso excesivo en la determinación de la cartera de proyectos de investigación, se favorecen proyectos que requieren menor plazo de ejecución frente a desarrollos de más largo plazo y se discrimina en contra de las líneas de investigación más innovadoras. Además, aumenta el número de investigadores asignados a tareas de validación, difusión y capacitación, en detrimento de actividades de investigación de mediano y largo plazo.

4.4 Organismos ejecutores de la investigación agropecuaria

Si bien México tiene una masa de investigadores en ciencias agropecuarias importante y de alta calidad, el sistema de investigación está fragmentado y ofrece pocas oportunidades para la colaboración interinstitucional y con otros agentes del sistema de innovación.

Internamente, las instituciones de investigación agropecuaria tienen mecanismos muy centralizados de definición de prioridades y de administración de los proyectos de investigación. En general, las interacciones entre instituciones se establecen en el ámbito de los niveles decisorios, pero hay pocas actividades conjuntas entre los investigadores. Estas características también se aplican, en gran medida, a las empresas privadas que realizan tareas de investigación.

Además, estas instituciones tienen pocos mecanismos de control de la calidad de los programas de investigación. Los salarios de los investigadores son bajos (comparados con los pagados en instituciones similares extranjeras y con el costo de vida en México), lo cual los obliga a buscar otras fuentes para complementar sus ingresos. Los tres mecanismos más comunes son el SNI, la docencia y los trabajos de consultoría. Si bien el ingreso al SNI introduce un mecanismo de control de calidad, éste induce a los investigadores a trabajar en proyectos que permitan publicar en revistas con arbitraje. Este mecanismo desincentiva los trabajos interdisciplinarios y las interacciones con otros agentes dentro del sistema de innovación. Por su parte, los trabajos de consultoría no permiten realizar actividades de investigación de envergadura dado que requieren respuestas rápidas.

El número de instituciones públicas que realizan investigación agropecuaria en México aumentó en los últimos 20 años. En 1973 se habían identificado 76 instituciones públicas de investigación (González et al., 1976), mientras que en un censo elaborado por el INIFAP en 1998 se registraron 122 instituciones. Varias de las nuevas instituciones eran universidades que fortalecieron sus actividades de investigación, como la Universidad de Tamaulipas, o institutos estatales de investigación, como los de Tabasco, Guanajuato y Sonora. La mayoría de estas instituciones tienen programas de investigación muy débiles.

El INIFAP es la principal institución mexicana de investigación agropecuaria. En el año 2000 tuvo un presupuesto de US\$70 millones y una plantilla de 1,300 investigadores distribuidos en 81 estaciones experimentales y 6 Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria. En 1998 el INIFAP mantenía 100 programas agrícolas, 20 pecuarios y 60 forestales.

El mandato inicial del INIFAP enfatizaba las tareas de investigación en tecnologías agropecuarias y forestales y la formación de recursos humanos. En 1996 este mandato se amplió para incluir el estudio del manejo de los recursos naturales. Si bien el mandato institucional excluye la extensión agrícola, la mayor parte de los proyectos se vinculaban con las prioridades del programa Alianza para el Campo, es decir, investigación adaptativa y apoyo a procesos de transferencia.

A partir de 1995, el esquema de financiamiento del INIFAP cambió substancialmente. El gobierno federal pasó a financiar únicamente los gastos de estructura (salarios y mantenimiento) y los recursos destinados a gastos operativos se canalizaron a través de las Fundaciones Produce. Actualmente, los investigadores tienen que buscar fondos operativos negociando proyectos con las Fundaciones y otras fuentes de financiamiento.

El método principal para definir las prioridades de investigación del INIFAP es la integración de cuerpos colegiados de expertos por sistema-producto. Sin embargo, los nuevos esquemas de financiamiento están generando un sistema paralelo de definición de prioridades más descentralizado y dirigido por las demandas tecnológicas.

El INIFAP estaba regulado por el régimen de la administración pública, que le imponía normas estrictas de manejo de fondos y de personal. Hasta septiembre del 2001 estuvo constituido como un organismo público desconcentrado. Mediante decreto presidencial, a partir del 2 de octubre de 2001 se transformó en un organismo público descentralizado, lo que le permite contar con patrimonio propio, disponer de los recursos que genera, poner en marcha programas de estímulos económicos a sus investigadores y tener su propio órgano de gobierno. Cuando se escribió este documento, se estaba elaborando un Convenio de Desempeño, uno de los requisitos para convertirse en Centro Público de Investigación.

A partir de abril de 2002, el INIFAP introdujo un programa de estímulos económicos a los investigadores basado en su productividad (publicaciones, generación de tecnologías, actividades de transferencia, etc). Se estimaba que este programa beneficiaría a la tercera

parte de los investigadores del Instituto con mayor puntuación en sus evaluaciones. Igual que otras instituciones públicas de investigación de América Latina, el INIFAP creó la Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal, A.C. (FUMIAF), con el propósito de manejar recursos externos al margen de las regulaciones formales impuestas por el régimen de administración del sector público. A pesar de haber establecido convenios con varias empresas agroalimentarias, el impacto de esta fundación en la generación de recursos adicionales ha sido limitado.

El INIFAP ha hecho un esfuerzo importante para capacitar a sus investigadores; en 1999 un 80% de ellos tenía estudios de postgrado y más de 15 años de experiencia (Kondo, 1999). Sin embargo, este esfuerzo no tuvo correlato en las políticas de personal, ya que el INIFAP ha afrontado problemas para retener a sus investigadores más capaces, especialmente cuando han obtenido títulos de postgrado en universidades extranjeras. Los datos anteriores, además indican dos problemas importantes en las políticas de personal profesional. El primero es el envejecimiento de sus investigadores.⁸ El segundo es la falta de personal de apoyo a los profesionales más capacitados. El resultado es que doctores y maestros terminan haciendo trabajos que requieren menor capacitación o no trabajan por falta de personal de apoyo.

El CP, la UACH y la UAAAN realizan fundamentalmente docencia complementada con investigación. La investigación que se realiza en estos centros de docencia en general constituye parte de la formación de recursos humanos. En los últimos 10 años estas instituciones se han transformado, dando mayor espacio para las actividades de investigación de sus profesores y a la interacción con usuarios de tecnología. Esto se ha derivado de las presiones externas para incrementar la vinculación con el sector productivo, de las exigencias requeridas para mantener la categoría de Centro Público de Investigación y de la necesidad de generar recursos adicionales a las transferencias del gobierno federal.

El CP tiene una presencia importante en diferentes regiones. En los últimos años ha hecho un gran esfuerzo para mejorar la formación de su plantel docente. En el 2000 el CP tenía 614 profesores, de los cuales el 41% tenía el grado de doctor. En ese mismo año, 31 de los 39 programas de postgrado del CP figuraban en el padrón de excelencia del CONACYT. Su presupuesto era de aproximadamente de 38 millones de dólares. En el 2001 el CP se constituyó en un Centro Público de Investigación (Colegio de Postgraduados, 2001).

Las universidades no agrícolas también realizan investigación relacionada con el sector agropecuario. En 1973 el CP identificó 6 universidades que realizaban investigación agropecuaria (González et al., 1976), mientras que en 1998 el INIFAP reportó 88 universidades. La gran mayoría de las universidades (sobre todo aquellas ubicadas en los estados) reportan como actividades de investigación las tesis de sus estudiantes, pero no tienen programas encabezados por académicos con reconocimiento nacional. Las

⁸ Éste es un problema común en todos los institutos de investigación y pocos han desarrollado políticas explícitas de renovación de sus cuadros de investigadores.

universidades con programas de investigación propiamente dichos son aquellas que cuentan con programas de postgrado, tales como la UNAM, la UAM, la Universidad de Chihuahua, la de Tamaulipas, la de Yucatán y algunos Institutos Tecnológicos Agropecuarios.

Las escuelas de agronomía y veterinaria de las instituciones de educación superior también realizan actividades de investigación agropecuaria. En algunas de estas instituciones se han creado centros especiales como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, el Centro para la Innovación Tecnológica (CIT) de la Universidad Nacional Autónoma de México, los centros regionales del CP y la Universidad Autónoma de Chapingo. Finalmente, se ha fortalecido el sistema de educación tecnológica agropecuaria (DGETA) de la Secretaría de Educación Pública (Morales y Gómez, 1996).

Además de financiar investigación a través de sus programas de subsidios, el CONACYT opera directamente centros de excelencia en investigación agropecuaria, entre los que se encuentran el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, especializado en agricultura tropical, y el Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo, con sede en Sonora, especializado en manejo de poscosecha de hortalizas, granos y frutales.

Los cambios en la reglamentación y financiamiento de las instituciones de investigación favorecieron el surgimiento de nuevas asociaciones de agentes interesados en encontrar soluciones técnicas a problemas comunes. Un ejemplo es el Consorcio Técnico del Noreste de México, constituido como una Sociedad Civil, que tiene como socios a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el INIFAP y organizaciones de productores de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila. Este consorcio estableció una alianza estratégica con la Universidad de Texas A&M (Tewolde et al., 2001).

El CGIAR tiene una presencia importante en México. En virtud de que su sede está ubicada en México, el CIMMYT es el centro más activo en el país en cuanto a mejoramiento genético y desarrollo de tecnologías de manejo de cultivos. El CIMMYT interactúa con las principales instituciones de investigación agropecuaria, varias Fundaciones Produce, gobiernos estatales y el Gobierno Federal. Otros centros activos en México son el CIAT, el ICARDA, el ICRAF y el IWMI.

El sector privado también ha comenzado a realizar investigaciones agropecuarias. En 1973 el CP había identificado sólo una institución privada que realizaba investigación, mientras que en el censo elaborado por el INIFAP se identificaron 20. La mayor parte de las empresas identificadas son empresas de semillas. Otro rubro importante desarrollado por el sector privado es la biotecnología; en particular el Grupo Pulsar se ha convertido en uno de los mayores productores mundiales de variedades transgénicas de hortalizas.

La agroindustria ha desempeñado un papel importante en la generación y transferencia de tecnologías. En general, a mayor grado de concentración del subsector, mayor ha sido la participación de la industria en el proceso de cambio tecnológico. Por ejemplo, las industrias tabacaleras y cerveceras forman dos duopolios. En el caso del tabaco, las empresas han establecido contratos con productores en los que se estipulan las tecnologías de producción, los montos a producir y los precios de compra. En el caso de la industria cervecera, ambas empresas se asociaron con el INIFAP en una nueva empresa que desarrolla nuevas variedades y paquetes tecnológicos que después se ofrecen a los productores. Las dos principales empresas productoras de harina de maíz también han buscado una mayor interacción con los productores y con el INIFAP a fin de desarrollar materiales genéticos que respondan a las necesidades de la industria harinera (Salcedo, 1999). Las hortalizas para exportación han sido otro rubro en que el sector privado ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de tecnologías de producción y comercialización (Calvin y Barrios, 1999).

Los productores agropecuarios también han desarrollado tecnologías propias. Por ejemplo, en ciertas zonas del estado de Chiapas, los pequeños agricultores tradicionalmente sembraban granos tierras comunales dentro de un sistema con largos periodos de barbecho. Estas tierras tienen pendientes muy pronunciadas y no pueden cultivarse con técnicas convencionales. La titulación de tierras a principios de la década del 90 indujo una intensificación de las prácticas agrícolas y el abandono de los barbechos. Los productores desarrollaron una técnica de labranza cero basada en el uso de herbicidas y siembra manual (Mauricio Bellon, comunicación personal, 2001). Se desconoce el origen de este paquete tecnológico y ninguna institución ha reivindicado el crédito por su desarrollo.

También se han identificado importantes tecnologías desarrolladas por los productores en áreas irrigadas del Bajío y del Valle del Yaqui (Triomphe et al., 2001; Sayre y Moreno Ramos, 1997). En ambos casos, los productores experimentaron diferentes técnicas de irrigación, labranza y rotaciones de cultivos con el fin de reducir el uso de agua. En toda esta labor los productores interactuaron con investigadores individuales de instituciones públicas, centros internacionales y empresas privadas.

4.5 Extensión agropecuaria

De 1942 a 1950 la organización y el enfoque de la extensión agrícola sufrieron múltiples cambios y los recursos para operar con que contaba eran escasos. En contraste, la red de estaciones experimentales se desarrolló considerablemente. Hacia 1954 la extensión se concentró en las zonas de riego, y por primera vez participaron en su programación productores organizados. Con el apoyo de las fundaciones Rockefeller y Ford, se realizaron importantes programas para apoyar los cultivos de maíz y trigo en los recién creados distritos de riego marginándose a los pequeños productores de las zonas de temporal. En 1966 se trató de reducir la brecha entre los servicios de investigación y extensión, asignándole a la última mayores recursos humanos y financieros. Sin embargo, recién en 1971 se creó la Dirección General de Extensión en la Secretaría de Agricultura. El número de extensionistas pasó de 268 en 1962 a 1,583 en 1971 (Zuloaga y Pérez, 1996).

En 1981 se canceló esa Dirección y sus actividades se transfirieron al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y a los distritos de riego y temporal. Entre 1977 y 1979, el servicio de extensión llegó a contar con 21,500 técnicos, de los cuales el 57% estaba asignado a zonas de temporal.

A partir de 1990, el gobierno promovió la asistencia técnica privada impulsando la repartición de costos entre el gobierno y los productores. El mecanismo para lograrlo ha sido la celebración de contratos directos entre productores y consejeros privados. Un antecedente de este proceso es el Programa de Reembolso de Asistencia Técnica del FIRA, que apoya a los productores de bajos ingresos financiando en forma decreciente y por cinco años los servicios de asesoría proporcionados por empresas privadas. Los agricultores más pobres continuaron recibiendo asesoría técnica gratuita de acuerdo con el Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL).

A continuación se mencionan algunas características actuales de la extensión agrícola (Zuloaga y Pérez, 1996):

- Su organización es inadecuada porque las áreas administrativas y normativas predominan sobre el área operativa.
- Carece de presupuesto suficiente y oportuno, cuenta con poca diversificación de fuentes de financiamiento y existe una virtual ausencia de productores en la planeación y evaluación de actividades.
- Insuficiencia de recursos humanos. En 1996 se tenían cubiertas sólo 372 de 2,000 plazas de extensión agrícola.
- Utiliza sólo el método de extensión “capacitación y visita” para atender una diversidad de condiciones agronómicas y socioculturales y minimiza el vínculo con el INIFAP.

A pesar de los cambios introducidos en los sistemas de investigación y extensión, las interacciones entre ambos sistemas continúan siendo escasas, lo mismo que las interacciones con los productores. El sistema público de extensión aún se estructura de arriba hacia abajo. Estas características se han mantenido en algunos programas de apoyo que, si bien privilegian el abastecimiento de insumos por canales comerciales, han mantenido la provisión de servicios de asesoramiento tecnológico en manos de los administradores de los programas (FAO y SAGARPA, 2000). El desarrollo de servicios privados de extensión ha sido escaso, aunque en algunos estados como Sonora y Sinaloa se han dado cambios importantes.

En una evaluación reciente de la Alianza para el Campo se menciona que un poco más de la tercera parte de los beneficiarios de este programa recibió asesoría técnica junto con el subsidio. En la mayoría de los casos, estos servicios fueron proporcionados por extensionistas públicos, proveedores y técnicos independientes. Al mismo tiempo, se señala que el 63% de los beneficiarios opinaron que requerían asesoría técnica y/o capacitación, especialmente para emprender nuevas actividades. Por último, sólo el 50% se mostró dispuesto a pagar por el servicio (FAO y SAGARPA, 2000). Las discrepancias entre estas cifras indican que los productores no encuentran fácilmente un asesoramiento que satisfaga sus necesidades.

5. Conclusiones

Desde hace varias décadas, el sector agropecuario ha sido el menos dinámico del país. Las causas de su estancamiento relativo son varias: políticas económicas que no favorecían la adopción de tecnologías más productivas, la prevalencia de campesinos minifundistas, regímenes de propiedad de la tierra poco flexibles, y sistemas de investigación y extensión rígidos y débilmente articulados con otros agentes que participaban en el sistema de innovación agropecuario.

La desregulación de la economía a partir de la década del 80 y la puesta en marcha del TLC han forzado un fuerte ajuste en el funcionamiento del sector público y de los productores agropecuarios. Entre las medidas más importantes que afectaron al sector agropecuario se destacan la eliminación de los precios de garantía, la eliminación de subsidios a insumos clave (ej., semillas mejoradas, fertilizantes y electricidad) y la apertura de la importación de varios productos, principalmente granos y carnes. Como resultado de este ajuste, los ingresos de productores de artículos tradicionalmente protegidos y dirigidos al mercado interno han disminuido y los de aquellos que han podido transformarse para exportar han aumentado considerablemente.

En general, las instituciones públicas de investigación se concentraron en llevar a cabo investigación relacionada con productos dirigidos al mercado interno (granos básicos y ganadería) y ofrecer apoyo técnico a programas federales de apoyo al sector agropecuario. Las tecnologías utilizadas por los productores que han podido insertarse en los mercados internacionales han sido en su mayoría importadas y adaptadas a las condiciones locales por los propios productores o proveedores de insumos.

La investigación agropecuaria no ha sido ajena a los cambios que siguieron a los procesos de ajuste estructural. Los mayores cambios ocurrieron en los mecanismos de financiamiento y en las leyes que norman el funcionamiento de las instituciones públicas de investigación.

En la última década se han llevado a cabo una diversificación de las fuentes de financiamiento y un cambio en los mecanismos de distribución de los recursos. La participación del gasto federal en ciencia y tecnología relacionada con agricultura y ganadería en el gasto total en ciencia y tecnología disminuyó de alrededor del 32% en 1990 a poco más del 22% en 1997. Esta disminución en la disponibilidad de recursos fiscales ha forzado a las instituciones de investigación del sector a buscar fuentes alternativas de financiamiento, entre las que se destacan el sector privado y los fondos competitivos financiados con recursos públicos.

Al tiempo que disminuía el financiamiento público, se modificaron los mecanismos de asignación de fondos. Actualmente, las transferencias del gobierno central sólo cubren salarios y parte de los costos de mantenimiento. Los fondos públicos para pagar gastos operativos de investigación se canalizan a través de las Fundaciones Produce, que

también movilizan fondos estatales y, en algunos casos, del sector privado. El objetivo de introducir el nuevo sistema de financiamiento fue permitir a los productores agropecuarios ejercer influencia sobre la asignación de recursos públicos de investigación. Sin embargo, los resultados varían según los estados y el grado de participación de los productores locales en la fundación local.

La caída en los salarios reales ha forzado a los investigadores a buscar fuentes alternativas para complementar sus ingresos. Una de las fuentes más importantes es el SNI, administrado por el CONACYT. Tanto acceder al SIN como permanecer en él depende fundamentalmente de la producción académica medida por publicaciones en revistas con referato, hecho que desincentiva los trabajos interdisciplinarios y la interacción con agentes innovadores fuera del ámbito académico.

En general, los cambios en el funcionamiento de investigación pública se han centrado en los mecanismos de financiamiento, pero no se han hecho modificaciones substanciales a los sistemas de incentivos que las instituciones ofrecen a sus investigadores y administradores de investigación. De esta manera, el financiamiento de los programas de investigación se vuelve más inestable y conspira contra las líneas de investigación que requieren mayores plazos para su ejecución o que son más novedosas (Huffman y Just, 2000).

El cambio de legislación relacionada con la investigación más importante fue la creación en 1999 de la figura jurídica de centros públicos de investigación. Las instituciones que adopten esta modalidad obtienen mayor independencia en el uso de los recursos y en la fijación de incentivos para sus investigadores. Si bien las instituciones públicas hacen un importante esfuerzo por adaptarse a la nueva normativa, el corto plazo en que esta ley ha estado vigente impide evaluar sus efectos.

México lleva a cabo un importante esfuerzo para adaptar su sistema de investigación agropecuaria a las necesidades creadas por la globalización y los cambios en las políticas económicas y sociales. Si bien estos cambios se han efectuado en las reglas que afectan al sistema en conjunto, también están promoviendo adaptaciones dentro de las propias instituciones de investigación. Sin embargo, el ritmo de cambio de este tipo de instituciones ha sido lento ya que se requiere un cambio paralelo en las culturas institucionales desarrolladas a lo largo de varias décadas. Un esfuerzo paralelo para acelerar los cambios dentro de las instituciones de investigación permitirá obtener los beneficios de la transformación más rápidamente.

6. Referencias

- Banco Mundial. 2001. *Mexico at a Glance*, www.worldbank.org.
- Calvin, L. y Barrios, V. 1999. Marketing Winter Vegetables from Mexico, *Journal of Food Distribution Research*, March, pp. 50-62.
- Casas, R., de Gortari, R. y Santos, M.J. 2000. The Building of Knowledge Spaces in Mexico: A Regional Approach to Networking, *Research Policy*, vol. 29, pp. 225-241.
- Centro de Estadística Agropecuaria-SAGARPA. Varios años. *Anuario de la Producción Agrícola*, México, D.F.
- Colegio de Postgraduados. 2001. *Informe Anual de Labores, 2000*, Texcoco, México.
- CONACYT. 2001. <http://info.main.conacyt.mx/conacyt/index.html>.
- CONACYT. 2000. *Sistemas Regionales*, www.main.CONACYT.mx.
- Deininger, K. y Bresciani, F. 2001. Mexico's Ejido Reforms: Their Impact on the Functioning of Factor Markets, trabajo presentado en la reunión anual de la Asociación Americana de Economía Agraria, Chicago, agosto 5-8.
- Del Valle, M.C. y Sánchez, I.L. 1996. Modernización y Rezago Tecnológico en el Campo y las Agroindustrias, en *El Cambio Tecnológico en la Agricultura y las Agroindustrias en México*, Del Valle, M.C y Solleiro, J.L. (coords.), ed Siglo XXI, México, D.F.
- Dirección General de Ganadería-SAGARPA. Varios años. *Anuarios Estadísticos de la Producción Pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos*. México, D.F.
- Fernández-Cornejo, J. y Shumway, C.R. 1997. Research and Productivity in Mexican Agriculture, *Amer. J. Agr. Econ.*, Vol. 79, No. 3 (August 1997): 738-753.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) y SAGARPA. 2000. *Evaluación de la Alianza Para el Campo: Informe Global*, <http://www.rlc.fao.org/prior/desrural/document/alianza.htm>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2001. *FAOSTAT*, www.fao.org.
- González, R.V., Carrillo, A., Herrera, J., Bastida, R., Baños, F. y Burguete, F. 1976. Instituciones y Unidades de Investigación (tomo 1). *Inventario Nacional de los Recursos dedicados a la Investigación Científica Agropecuaria en México*. Centro de Estadística y Cálculo, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Huffman, W.E. y Just, R. 2000. Setting Efficient Incentives for Agricultural Research: Lessons from Principal-Agent Theory. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4):828-841.
- INEGI. Varios años. *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*. Aguascalientes, Ags. <http://www.inegi.gob.mx>.
- INEGI. 1998. *Sistema de Cuentas Nacionales*. Aguascalientes, Ags.
- Jiménez, S.L. 1996. Medio Siglo de Investigación Agrícola en México: Avances, Retrocesos y Nuevos Retos. *Posibilidades para el Desarrollo Tecnológico del Campo Mexicano*. Solleiro J.L., del Valle C. y Moreno E. (coords.). Editorial Cambio XXI. México, D.F.
- Kash, D.E. y Rycroft, R.W. 2000. Patterns of Innovating Complex Technologies: A Framework for Adaptive Network Strategies. *Research Policy*, 29:819:831.
- Katz, J. 2001. Structural Reform and Technological Behaviour. The Sources and Nature of Technological Change in Latin America in the 1990s, *Research Policy*, 30:1-19.
- Kondo López, J. 1999. INIFAP. Ciencia para la Producción Agropecuaria. *El Mercado de Valores*, marzo, México.
- Medina T., G. y M.J. Aguirre. 1999. La Globalización y el Sector Agropecuario. *Revista Quórum. Retos de la Política Agrícola*. Año VIII, No. 66, mayo-junio 1999. pp13-30.
- Mielke, M.J. 1992. *The Mexican Wheat Market and Trade Prospects*, U.S. Department of Agriculture, ERS Rep. AGES-9052. Washington, DC.
- Morales, T.C. y Gómez, A.M. 1996. Posibilidades de una Política de Innovación Tecnológica en la Agricultura. *Posibilidades para el Desarrollo Tecnológico del Campo Mexicano*. Solleiro J.L., Valle C. y Moreno E. (coords.). Editorial Cambio XXI. México, D.F.
- Naylor, R.L., Falcon, W.P. y Puente-González, A. 2001. *Policy Reforms and Mexican Agriculture: Views from the Yaqui Valley*. Documento del Programa de Economía del CIMMYT 01-01. México, D.F., CIMMYT.

- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). 1997. *Examen de las Políticas Agrícolas de México. Políticas Nacionales y Comercio Agrícola*. México, D.F.
- Paredes, A. y Moncada, J. 2000. *Produce Foundations in Mexico: An Innovative Participatory and Demand-Driven Technology Innovation Model*. Trabajo presentado en el Foro Global 2000, CGIAR, Dresden.
- Polanco Jaime, A. 1996. Los Retos Institucionales de la Innovación Tecnológica, en Solleiro, J.L., del Valle, M.C. y Moreno, E. (eds.), *Posibilidades para el Desarrollo Tecnológico del Campo Mexicano*, Editorial Cambio XXI, México.
- RICYT. 2001. *México, Sistema Institucional de Ciencia y Tecnología*. www.ricyt.edu.ar/smexico.html.
- Rosenzweig, A. 2001. *On TLC: Mexican Experiences After Six Years of Implementation*. Trabajo presentado en el 7º Taller sobre Políticas Agrícolas y de Alimentación, Tucson, 14-17 febrero, 2001.
- Sayre, K.D. y Moreno Ramos, O.H. 1997. *Applications of Raised-Bed Planting Systems to Wheat*. Reporte especial de Trigo No. 31. México, D.F.: CIMMYT.
- Salcedo, S. 1999. *Impactos Diferenciados de las Reformas sobre el Agro Mexicano: Productos, Regiones y Agentes*. Serie Desarrollo Productivo 57, CEPAL, Chile.
- Tapia, N.A. 1997. *Agricultura: Empresas Proveedoras y Agroindustrias, en Cien empresas Innovadoras en México*, (Leonel Corona Treviño, coordinador). Ed. M.A. Porrúa-UNAM, pp:183-198, México.
- Taylor, J.E., Yúnez-Naude, A. y Dyer, G. 1999. Agricultural Price Policy, Employment, and Migration in a Diversified Rural Economy: A Village-Town CGE Analysis from Mexico. *American Journal of Agricultural Economics*, 81:653-662.
- Teubal, M. 1992. Knowledge, Property and the System Dynamics of Technical Change. *World Bank Research Observer*. Supplement: 215-255.
- Tewelde, A., Gutiérrez O., E., de Luna V., C., Pina, M. y Hamilton, W. *El Consorcio Técnico del Nordeste de México: Un Ejemplo de Planificación Regional Participativa*. Trabajo presentado en la reunión de FORAGRO, 2 al 4 de mayo, El Batán, México.
- Triomphe, B., Jourdain, D., Arreola Tostado, J.M. y Escoto Ramírez, H. 2001. Towards large-scale adoption of no-tillage in Central Mexico: A Participatory, Multi-institutional Approach to Technology Development and Diffusion. Trabajo presentado en el Primer Congreso de Agricultura Conservacionista, 1-5 de octubre, Madrid, España.
- Valdez, C.M. 1994. *Mexico. Global View of Agricultural Policies: Western Hemisphere*. Roberts, D. y D. Skully, eds. Washington DC: U.S. Department of Agriculture, ERS SB-892, September 1994.
- Yúnez-Naude, A., Taylor, E. y Becerril, J. 2000. Los Pequeños Productores Rurales: Características y Análisis de Impactos, en Yúnez-Naude, A., (ed.), *Los Pequeños Productores Rurales: Las Reformas y las Opciones*, El Colegio de México, México.
- Yúnez-Naude, A. 2001. *Mexico, Basic Crop Subsector's Structure and Competition under Free Trade*. Trabajo presentado en el 7º Taller sobre Políticas Agrícolas y de Alimentación, Tucson, 14-17, febrero, 2001.
- Yúnez-Naude, A. 1994. Situación Presente y Perspectivas de la Agricultura Mexicana frente al Proceso de Liberación. *Apertura Económica y Perspectivas del Sector Agropecuario Mexicano hacia el año 2000*. E. Romero, F. Torres y M. de C. Valle (coords.), Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México, pp 28-48.
- Zedillo, E. (Poder Ejecutivo Federal). 2000. 6to. Informe de Gobierno, Presidencia de la República, México, D.F.
- Zuloaga, A.A. y Pérez, C.R. 1996. Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria: Perspectivas y Propuestas. *Posibilidades para el Desarrollo Tecnológico del Campo Mexicano*. Solleiro J.L., Valle C. y Moreno E. (coords.). Editorial Cambio XXI. México, D.F.

ISSN: 0258-8595



Apartado Postal 6-641, 06600 México, D.F., México

Worldwide Web site: www.cimmyt.org