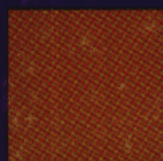


**POSIBILIDADES PARA EL
DESARROLLO TECNOLÓGICO
DEL CAMPO MEXICANO**

**JOSÉ LUIS SOLLEIRO
MARÍA DEL CARMEN DEL VALLE
ERNESTO MORENO**
(COORDINADORES)

TOMO II



**COLECCIÓN: LA ESTRUCTURA ECONÓMICA
Y SOCIAL DE MÉXICO**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ALIMENTOS
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EDITORIAL CAMBIO XXI**



**POSIBILIDADES
PARA EL DESARROLLO
TECNOLÓGICO
DEL CAMPO MEXICANO**

**JOSÉ LUIS SOLLEIRO
MARÍA DEL CARMEN DEL VALLE
ERNESTO MORENO**
(coordinadores)

TOMO II

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ALIMENTOS**
Con el auspicio de la Dirección General de Asuntos
del Personal Académico, UNAM
EDITORIAL CAMBIO XXI

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. José Sarukhán Kérmez

Rector

Dr. Jaime Martuscelli Quintana

Secretario General

Dr. Humberto Muñoz García

Coordinador de Humanidades

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Dra. Alicia Girón González

Directora

Mtra. Verónica Villarespe Reyes

Secretaria Académica

Mtro. Alejandro Méndez Rodríguez

Secretario Técnico

María Dolores de la Peña

Jefa del Departamento de Ediciones

Edición al cuidado de Marisol Simón

© Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Primera edición 1996

Derechos reservados conforme a la ley

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

ISBN 968-36-5028-7 (obra completa)

968-36-5030-9 (tomo II)

ÍNDICE

1. ELEMENTOS PARA LA TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA AGRICULTURA MEXICANA	
PROPIEDAD INTELECTUAL: ¿PROMOTOR DE LA INNOVACIÓN O BARRERA DE ENTRADA?, <i>por</i> JOSÉ LUIS SOLLEIRO	9
GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA: PERSPECTIVAS Y PROPUESTAS, <i>por</i> ALBERTO ZULOAGA ALBARRÁN Y ROBERTO PÉREZ CERÓN	33
CONDICIONES PARA LA INTEGRACIÓN DE LA CADENA PRODUCCIÓN-CONSUMO EN LA AGRICULTURA MEXICANA, <i>por</i> MANRUBIO MUÑOZ RODRÍGUEZ Y V. HORACIO SANTOYO CORTÉS	61
2. PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS DE SECTORES E INDUSTRIAS ESPECÍFICOS	
APRENDIZAJE Y CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA EN MÉXICO, <i>por</i> ISMAEL NÚÑEZ	83
LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y LÁCTEOS EN MÉXICO. POSIBILIDADES DE DESARROLLO DEL SECTOR, <i>por</i> MARÍA DEL CARMEN DEL VALLE RIVERA	103
ESTRUCTURA ACTUAL DE LA INDUSTRIA SEMILLERA EN MÉXICO ANTE EL CAMBIO INSTITUCIONAL, <i>por</i> GUILLERMO PÉREZ JERÓNIMO Y EDUARDO BENÍTEZ PAULÍN	119
ELEMENTOS TECNOLÓGICOS EN LA AGROINDUSTRIA DE CÍTRICOS, <i>por</i> HILDA HERNÁNDEZ ROJO	135
3. LECCIONES DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN	
DEGRADACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO: INNOVACIONES EN SU DIAGNÓSTICO Y SU CONTROL, <i>por</i> FERNANDO DE LEÓN GONZÁLEZ	173

EL SILO SOLAR HEXAGONAL. ALTERNATIVA ECONÓMICA EN LA AGROINDUSTRIA EN MÉXICO, <i>por</i> BALTASAR MENA INIESTA	183
TRASPLANTE DE MAÍZ Y SUS PERSPECTIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO, <i>por</i> ALFONSO LARQUÉ-SAAVEDRA	203
4. UNA NUEVA AGENDA PARA LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA	
MEDIO SIGLO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO, AVANCES, RETROCESOS Y NUEVOS RETOS, <i>por</i> LEOBARDO JIMÉNEZ SÁNCHEZ	211
PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA, <i>por</i> TOMÁS ZAMBRANO	225
POSIBILIDADES DE UNA POLÍTICA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA AGRICULTURA, <i>por</i> CARLOS MORALES TOPETE Y MAURO GÓMEZ A.	229
MODERNIZACIÓN DE LA AGRICULTURA MEXICANA: NUEVOS RETOS PARA EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN, <i>por</i> JOSÉ LUIS SOLLEIRO, MARÍA DEL CARMEN DEL VALLE Y GUILLERMO PÉREZ	239
DE LOS COORDINADORES	255

1. ELEMENTOS PARA LA TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA AGRICULTURA MEXICANA



PROPIEDAD INTELECTUAL: ¿PROMOTOR DE LA INNOVACIÓN O BARRERA DE ENTRADA?

José Luis Solleiro*

INTRODUCCIÓN

La humanidad es actualmente testigo de una violenta transformación en las formas de producción que es resultado de diversos factores, entre los cuales destacan las presiones competitivas que surgen del fenómeno de la globalización y el empleo de nuevas tecnologías. El sector agropecuario no ha quedado, de ninguna manera, al margen de esta transformación. Este sector ha sido objeto de prolongadas negociaciones en el marco del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), en las que se ha buscado establecer condiciones óptimas para abatir las barreras protectionistas y facilitar el libre comercio de sus productos en una dimensión global. También, por otro lado, desde la época de la revolución verde se han desarrollado y difundido numerosas innovaciones mecánicas, químicas, agronómicas y biológicas que han permitido elevar el rendimiento económico de este sector.

Pero la difusión de las innovaciones tecnológicas en el sector agropecuario no ha sido homogénea ni ha estado exenta de problemas. Hoy se ha reconocido que los beneficios del cambio técnico se han concentrado principalmente en aquellas áreas de producción con alto atractivo comercial y en productores con una dotación elevada de recursos técnicos y económicos a pesar de que, durante años, los resultados de la investigación agrícola se consideraron como un bien público.

Este carácter público de la investigación agropecuaria también está cambiando. La retirada paulatina de la presencia estatal del financiamiento de la investigación y el desarrollo para este sector, que se observa en escala internacional, hacen que el sector privado tome el liderazgo en cuanto a la generación y difusión de tecnologías. Al mismo tiempo, las cuantiosas inversiones que se requieren para desarrollar nuevas tecnologías hacen que los innovadores busquen una cierta garantía de recuperación de dichas in-

* Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM.

versiones y de evitar que eventuales imitadores tengan ventajas al acceder a la tecnología sin incurrir en el costo asociado a su desarrollo. Como consecuencia, otro fenómeno evidente que acompaña la transformación tecnológica de la producción es la privatización del conocimiento y las innovaciones para el campo. En otras palabras, la tecnología agropecuaria ha dejado de ser un bien público y ahora es sujeto de apropiación privada.

Este cambio radical se ha dado en medio de un gran debate. Por un lado, hay quienes objetan la posibilidad de apropiarse de las innovaciones tecnológicas argumentando que esto dejaría al margen del cambio técnico a quienes no puedan pagar por el acceso al conocimiento. Así, la difusión de la tecnología se distorsionaría aún más y la brecha tecnológica entre los productores con recursos y los que no los tienen se ampliaría, con graves consecuencias de inequidad social. Por otro lado, los abogados de la apropiación de las innovaciones afirman que, sin un ambiente que aporte seguridad y recompensa para los innovadores, se perdería el incentivo para desarrollar nuevas tecnologías, para realizar nuevas inversiones y difundir los beneficios del cambio técnico, con lo cual la sociedad en su conjunto perdería.

Este trabajo pretende hacer una contribución a este debate, desde la perspectiva de un país como México, con una capacidad limitada para generar nuevas tecnologías para el sector agropecuario, una profunda crisis económica y graves problemas de desigualdad y heterogeneidad en dicho sector. Para dicho efecto, primeramente, se hace una presentación de los cambios recientes en el escenario internacional respecto al régimen de apropiación de la tecnología y las modificaciones al marco jurídico mexicano. Después se analizan los posibles efectos de estos cambios en México, a la luz de los resultados de una encuesta realizada con diversos actores del cambio técnico en el sector agropecuario de este país. Finalmente, se discute el papel de la propiedad intelectual en el entorno de un sistema nacional de innovación para la agricultura.

EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

La protección legal del conocimiento se lleva a efecto mediante títulos de propiedad intelectual. El régimen jurídico de la propiedad intelectual incluye dos grandes ramas: *i*] la de los derechos de autor y otros conexos, y *ii*] la de la propiedad industrial (patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, derechos de obtentor de variedades vegetales, marcas, denominaciones de origen, etc.). Todos estos elementos tienen en común el concepto de

propiedad, de exclusividad en el ejercicio de ciertos derechos definidos por el estatuto correspondiente (Roffe, 1987). Ambas ramas han evolucionado recientemente, mostrando una clara tendencia a ampliar y extender el campo de protección a la propiedad intelectual, tal como se detalla en los párrafos subsecuentes.

En efecto, si bien el concepto de protección al resultado de la actividad intelectual como propiedad no es nuevo —ya en el año 300 a.C. se llegaron a otorgar derechos exclusivos a los cocineros para preparar platillos peculiares y excelentes (Price, 1991)—, lo que es característico de nuestra época es que se han incorporado nuevas figuras de protección, con mucho mayor alcance; que las legislaciones nacionales tienden a armonizarse, y que las negociaciones internacionales para promover el libre comercio se han convertido en motor principal del cambio en los marcos jurídicos que gobiernan la propiedad intelectual.

Para el caso de los derechos de autor que protegen formas de expresión originales, principalmente relacionadas con creaciones artísticas y literarias, el Convenio de Berna, firmado en 1886, estableció las primeras bases para un sistema internacional. Este Convenio tiene por objetivo “proteger del modo más eficaz y uniforme posible los derechos de los autores sobre sus obras literarias y artísticas”, de conformidad con la Declaración Universal de Derechos Humanos, la cual consagra el principio de que los derechos morales y económicos de los autores deben ser protegidos como derechos humanos que son (Gómez, 1995). La protección de los derechos de autor se otorga a la expresión de ideas, procedimientos, métodos de operación y conceptos matemáticos, pero no a esas ideas, procedimientos, métodos y conceptos en sí. Al observar esto, aparentemente, los derechos de autor tendrían poco que hacer en cuanto a la protección de la tecnología agrícola; sin embargo, los programas de computación, las bases de datos, la transmisión de información por satélite o por cable, son elementos nuevos que se han incorporado como sujetos de protección por los derechos de autor. Así se ha reconocido en el marco del Convenio de Berna y, más recientemente, en el Acuerdo sobre los Aspectos de Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, incluido el Comercio de Mercancías Falsificadas (conocido como TRIPS por sus siglas en inglés). Como puede verse, este aumento en la cobertura de la protección hace que se incorporen creaciones tecnológicas de gran importancia para el desarrollo de la industria.

Por lo que toca a la propiedad industrial, particularmente a su figura clásica, la patente, el primer régimen de patentes que presentaba las principales características contemporáneas fue el adoptado en 1474 por la República de Venecia. La Revolución Industrial se encargó más tarde de promover el

desarrollo de las leyes nacionales de patentes. Desde su nacimiento, el sistema moderno de patentes estableció un contrato social: el Estado, representando a la sociedad, concede al inventor un derecho exclusivo de explotación de su invención durante un tiempo determinado y el inventor, a cambio, divulga el contenido técnico de su invención para permitir el flujo de conocimiento y, con ello, establecer un poderoso mecanismo para el avance de las ciencias y la tecnología. A fines del siglo pasado, a partir de la amplia aceptación de estatutos nacionales de patentes, particularmente en Europa y América del Norte, comenzó a estudiarse la posibilidad de elaborar normas internacionales para proteger la propiedad industrial. Como resultado, en 1883 se adoptó en París el Convenio Internacional para la Protección de la Propiedad Industrial. Conforme al Convenio de París se establecen diversos principios para la protección de estos derechos. Destaca el principio del trato nacional, mediante el cual se estipula que los ciudadanos de cualquiera de los países signatarios será tratado como nacional en dichos países, gozando de las mismas ventajas y teniendo las mismas obligaciones. Otro precepto esencial emanado del Convenio es el que establece un periodo de un año de prioridad para que el inventor pueda solicitar patentes para la misma invención en los diferentes países signatarios, después de haberlo hecho en algún país miembro de la Convención. Es justo mencionar que el Convenio de París deja un margen amplio a los países miembros para establecer leyes nacionales de propiedad industrial, pues les concede autonomía y flexibilidad.

A mediados de este siglo, después de una importante ampliación de la legislación de propiedad industrial, los economistas comenzaron a preocuparse por los efectos del sistema de patentes y realizaron los primeros estudios al respecto. Así, los países en desarrollo cuestionaron la pertinencia de la concesión de patentes, sobre todo en aquellas áreas de aplicación de la tecnología consideradas estratégicas o de singular importancia para el bienestar social. Concretamente, la capacidad de los sistemas de patentes para promover la industrialización de estos países quedó en tela de juicio al comprobarse que las patentes, salvo en casos excepcionales, no se explotaban en estos países y se usaban defensivamente, con el solo objeto de reservar un mercado en condiciones monopólicas. En relación con esto último, también apareció una gran inquietud por los efectos de la protección patentaria en los precios. Varios estudios encontraron que, amparadas por la protección monopólica temporal de la patente, diversas empresas comercializaban sus productos a precios muy por arriba de los internacionales.

Como respuesta, tuvo lugar en muchos países en desarrollo un movimiento que buscaba imponer un régimen defensivo. México, por ejemplo, sustituyó

yó en 1976 su Ley de la Propiedad Industrial de 1942 por la Ley de Inven- ciones y Marcas. En ésta se excluyeron de la posibilidad de otorgar paten- tes en áreas como los productos químicos, todo tipo de agroquímicos, farmoquímicos y farmacéuticos, así como los procesos para obtenerlos; las tecnologías relacionadas con el combate de la contaminación; los alimentos para consumo humano y animal y los procedimientos para obtenerlos. Asi- mismo, con la intención de incidir directamente en el uso de la tecnología patentada en el país, se introdujo la obligación de explotar industrialmente las invenciones patentadas, con el riesgo de perder el derecho de la patente si esto no ocurría en un lapso de tres años a partir de su concesión. También se redujo el periodo de vigencia de las patentes a diez años a partir de la concesión y se introdujo un agresivo régimen de licencias obligatorias acom- pañado de una figura única en el mundo, el certificado de invención, que se concedía en algunas de las áreas excluidas de la patentabilidad. El certifica- do de invención, al no conferir derechos exclusivos, desde su nacimiento caía en un régimen de licencia obligatoria.

Al mismo tiempo que adoptaban leyes similares a la mexicana, los paí- ses en desarrollo lanzaron una iniciativa que pretendía revisar el Convenio de París, particularmente en lo que toca al principio de trato igual, objetándolo en busca de un trato preferencial, dada la desigualdad en capacidades para generar tecnologías frente a los países industrializados. Esta iniciativa no tuvo éxito.

Mientras los países en desarrollo adoptaban esta posición defensiva, los industrializados, motivados por el constante surgimiento de nuevas tec- nologías y su creciente importancia, trabajaban en la consolidación del siste- ma internacional. Así, en 1967, se estableció la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), una agencia especializada de las Naciones Unidas que promueve la protección de la propiedad intelectual en el mundo y la cooperación administrativa entre los organismos nacionales responsables de esta materia. La OMPI ha impulsado un movimiento de armonización entre las legislaciones de propiedad intelectual, en especial las de propiedad in- dustrial, proponiendo leyes modelo, guías de licenciamiento, códigos de uso y entrenamiento de personal de países en desarrollo, principalmente. Al amparo de la OMPI han surgido nuevas estructuras legales internacionales, creadas para contribuir a la finalidad original de cooperar para construir un sistema internacional de la propiedad intelectual. En 1970 se creó el Trata- do Internacional de Cooperación en Materia de Patentes (PCT) mediante el cual se establece un eficiente mecanismo para solicitar la concesión de pa- tentes en varios países simultáneamente y para cumplir con el contrato so- cial al divulgar información sobre las invenciones y el estado de la técnica.

Los países europeos, por su parte, avanzaron hacia la creación de la Oficina Europea de Patentes, abriendo la puerta, por primera vez, al otorgamiento de patentes regionales.

Otras convenciones han generado agencias de servicios especializados: la Convención de Estrasburgo sobre la Clasificación Internacional de Patentes; el Acuerdo de Locarno sobre la Clasificación Internacional de Diseños Industriales; el Acuerdo de Lisboa para la Protección de las Denominaciones de Origen; el Tratado de Washington sobre la Protección de Circuitos Integrados; los Acuerdos de Madrid, Niza y Viena sobre Marcas de Fabricación, entre otros (Redgrave, 1991).

Pero no hay duda de que el principal propulsor de los cambios más recientes en las legislaciones nacionales sobre propiedad intelectual no han sido los esfuerzos realizados en el marco de la OMPI. En el decenio de los ochenta, los países desarrollados, encabezados por Estados Unidos, lanzaron nuevas iniciativas para armonizar los sistemas de protección, en busca de la eventual fijación de estándares mínimos de propiedad intelectual y de procedimientos para aplicarlos. En virtud de esto, el tema de la propiedad intelectual se introdujo en las negociaciones bilaterales y multilaterales de comercio internacional.

Estados Unidos, por su parte, ha utilizado su Sistema General de Preferencias para forzar cambios en las leyes de propiedad intelectual de los países con los que tiene relaciones comerciales, al otorgar trato como nación más favorecida sólo a aquélla que cumpla con estándares rígidos. En 1988, continuando con esta política, Estados Unidos reforzó su Ley de Comercio e identificó 42 países cuyas leyes de propiedad intelectual presentarían riesgos para sus intereses económicos. A partir de esta clasificación de los países, se instrumentaron sanciones comerciales, imponiéndose impuestos compensatorios a las importaciones provenientes de esos países. Los países de la Comunidad Europea llegaron a adoptar medidas similares (Belcher y Hawtin, 1991).

Estas posiciones de los países industrializados dieron lugar a la inclusión, por primera vez, de un capítulo específico sobre propiedad intelectual en las negociaciones de la Ronda Uruguay del GATT. A partir de la iniciativa de Estados Unidos, los países industrializados se lanzaron en búsqueda de protección eficaz y suficiente de los elementos intangibles del valor de una mercancía. La falta de dicha protección de los derechos de propiedad intelectual constituiría, en opinión de Estados Unidos, "una significativa y creciente barrera no arancelaria para el comercio de bienes y servicios" (Correa, 1989). Después de largas negociaciones, en 1994, se adoptó el Acuerdo TRIPS, mediante el cual se establecen estándares mínimos para la

protección de la propiedad intelectual en los países miembros del GATT (hoy Organización Mundial de Comercio, OMC). Las naciones que no respeten los niveles de protección acordados, serán objeto del procedimiento de disputas y, eventualmente, de sanciones comerciales en otras áreas.

El TRIPS es en la actualidad el instrumento internacional más importante en materia de propiedad intelectual a efectos de la armonización de las legislaciones. Los países están ahora obligados a adoptar estándares mínimos y la flexibilidad y autonomía para la definición de leyes nacionales se ha reducido de modo considerable.

Específicamente, en el caso de las patentes, en el TRIPS estipula que podrán obtenerse patentes “por todas las invenciones, sean de productos o de procedimientos, en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevas, entrañen una actividad inventiva y sean susceptibles de aplicación industrial” (*Diario Oficial de la Federación*, 1994). De acuerdo con el artículo 27.3 del TRIPS, los miembros podrán excluir de la patentabilidad:

a) los métodos de diagnóstico, terapéuticos y quirúrgicos para el tratamiento de personas o animales, y

b) las plantas y los animales, excepto los microorganismos, y los procedimientos esencialmente biológicos para la producción de plantas o animales, que no sean procedimientos no biológicos o microbiológicos. Sin embargo, los miembros otorgarán protección a todas las obtenciones vegetales mediante patentes, mediante un sistema eficaz *sui generis* o mediante una combinación de aquéllas y éste. Las disposiciones del presente apartado serán objeto de examen cuatro años después de la entrada en vigor del Acuerdo sobre la OMC.

El TRIPS también contiene disposiciones relativas a licencias obligatorias, limitando las modalidades para el otorgamiento de éstas, pero sin restringir las causas para su otorgamiento. Pueden concederse licencias obligatorias, por ejemplo, por razones de interés público, salud y nutrición pública, prácticas anticompetitivas, y para asegurar acceso a tecnologías importantes para el ambiente, entre otras (Correa, 1994).

Otra medida introducida por el TRIPS que merece especial mención es la que se refiere a la inversión de la carga de la prueba en los casos de infracción de patentes de procedimiento (artículo 34). Mediante esta disposición, las autoridades judiciales estarán facultadas para ordenar que el demandado pruebe que el procedimiento para obtener un producto es diferente del patentado. Los países miembros, entonces, deberán asumir que el producto resultante de un procedimiento patentado está fabricado conforme a éste, salvo que se pruebe lo contrario. Ésta puede ser una medida muy fuerte para empresas de países en desarrollo que hayan desarrollado procedimientos

independientes para la fabricación de tales productos, puesto que, si son demandadas, son ellas las que tendrán que llevar la carga del juicio (y los costos asociados) para poder demostrar que no han infringido la patente.

LA PROTECCIÓN DE LA MATERIA VIVA

Otro de los puntos de gran debate reciente alrededor de la protección de la propiedad intelectual se centra en la posibilidad de patentar (o apropiarse por otro medio) de organismos vivos. Tradicionalmente se ha considerado que los descubrimientos, al no ser creación del ser humano, no son invenciones y, por lo mismo, no podrían ser objeto de una patente. Sin embargo, la emergencia de tecnologías biológicas cada vez más complejas y costosas en su desarrollo, ha ido cambiando esta concepción.

Estados Unidos ha llevado también el liderazgo en este cambio. Ya en los inicios del siglo pasado se habían concedido patentes en ese país para procesos biotecnológicos como la fermentación. Una patente concedida a Louis Pasteur en 1873 incluía una reivindicación que cubría una levadura como si fuera una manufactura (OTA, 1989). Pero fue hasta 1930 cuando el Congreso de ese país aprobó la *Plant Patent Act*, mediante la cual se protegen solamente aquellas plantas que se reproducen asexualmente, con un beneficio claro para la industria hortícola (Hettinger, 1993). La principal razón para no incluir las plantas que se reproducen sexualmente fue de índole técnica, pues se consideraba difícil que tales plantas pudieran describirse suficientemente para ser reproducibles de manera idéntica, lo cual complicaría, también, la identificación y comprobación de una infracción.

Cuarenta años más tarde, en 1970, Estados Unidos introdujo una legislación para proteger nuevas variedades de plantas reproducidas sexualmente utilizando semillas, adoptando un sistema de Derechos de Obtentor acorde con la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), creada en 1961.

Hasta este punto, la Oficina de Patentes y Marcas y el Congreso de Estados Unidos seguían resistiéndose a conceder patentes de utilidad para organismos vivos. Pero, en 1979, una decisión de la Suprema Corte en el paradigmático caso *Diamond vs. Chakrabarty* aprobó la concesión de una patente amparando una bacteria alterada genéticamente, con la capacidad de degradar el petróleo contaminante de los cuerpos de agua. El concepto de descubrimiento sufría entonces una transformación: la Corte afirmó en este caso que "un nuevo mineral descubierto en la tierra o una nueva planta encontrada en su forma silvestre no serían materia patentable, dado que tales descu-

brimientos son manifestaciones de la naturaleza, de acceso libre para todos los hombres y no reservadas exclusivamente para nadie” pero la bacteria de Chakrabarty tenía “características marcadamente diferentes de cualquiera que se encontrara en la naturaleza y no es una creación natural sino de él; por esta razón, constituye materia patentable” (Becker y Kipnis, 1984). No hay duda de que este caso abrió la puerta para el patentamiento de seres vivos, no sólo en Estados Unidos, sino en el mundo entero.

En 1985 se expidió la primera patente para una planta con base en el régimen de patentes de utilidad de Estados Unidos el cual se había concebido para proteger invenciones mecánicas y químicas. Kenneth Hibbert recibió una patente para una variedad de maíz con un contenido mayor de un aminoácido. Hibbert había usado técnicas de cruzamiento tradicionales y no las nuevas biotecnologías para producir transgénicos. La patente de utilidad confiere una protección mucho más amplia que los derechos de obtentor de variedades y que la antigua patente de planta de la ley de 1930, pues mediante aquélla se protege no sólo la planta en sí misma, sino también partes de ella, las semillas y otro material genético, incluyendo los genes. Además, con la patente de utilidad es posible establecer reivindicaciones múltiples de características y aplicaciones de las plantas y sus partes que puedan encontrarse en productos, procesos y especies diferentes. Por la amplitud de la protección que confieren, las patentes se han convertido en el método preferido para proteger las innovaciones relativas a plantas.

Poco después, en 1987, en el *Ex Parte Allen* se patentó una variedad de ostra y, finalmente, en abril de 1988, el ratón quimérico de Harvard se convirtió en el primer animal superior protegido por patentes. A partir de este último caso, hoy es patentable en Estados Unidos aun material humano: la Universidad de California en Los Ángeles patentó, en 1989, una línea celular producida del bazo de un paciente con leucemia llamado John Moore. En 1991, los Institutos Nacionales de Salud de ese país solicitaron patente para miles de secuencias de ADN obtenidas a partir de tejido celular humano. Estas solicitudes se abandonaron, pues la patentabilidad de dichas secuencias se consideró problemática ya que no cubrirían el requisito de utilidad que fija la legislación de Estados Unidos. Sin embargo, otras instituciones privadas han vuelto a la carga y han iniciado trámites de patentamiento para dicho material genético.

A partir de esta evolución tan rápida, las posibilidades de protección por patentes de desarrollos tecnológicos relacionados con seres vivos son múltiples. Ahora pueden patentarse microorganismos y procesos microbiológicos y es comúnmente aceptado que las células, así como los componentes subcelulares, quedan comprendidos en este concepto. En el caso de plan-

tas, si bien la práctica generalizada y aceptada por el TRIPS es no patentar variedades vegetales (la legislación europea incluso lo prohíbe), se acepta la idea de patentar invenciones relativas a plantas, incluyendo partes de éstas y usos de las variedades.

La exclusión de la patentabilidad de los procedimientos esencialmente biológicos para la obtención de plantas y animales está enfocada a los procedimientos de mejoramiento genético tradicional, aunque ya se han dado casos en que el proceso para la producción de plantas se ha aceptado como patentable al alterar el proceso mismo y la secuencia de los pasos de dicho proceso, como ocurrió en el caso del *Lubrizol* (Correa, 1994).

En lo relativo a la protección de variedades vegetales, existe la opción del registro de obtención o nueva variedad vegetal, acorde con la UPOV. Mediante esta modalidad de la propiedad intelectual, se brinda protección a las nuevas variedades, otorgándose un derecho exclusivo de explotación, como en el caso de las patentes, pero que alcanza solamente al material de propagación. En otras palabras, mediante estos títulos no se protege a la planta en sí misma, ni sus partes o usos, sino exclusivamente la semilla (el material que permite la propagación). Los requisitos para obtener tales derechos de obtentor son diferentes a los correspondientes a las patentes. Las condiciones previstas por la UPOV son las siguientes (UPOV, 1993):

i] **Novedad.** En este caso, a diferencia del de las patentes, no se requiere novedad universal, sino que la variedad no se haya ofrecido en venta ni comercializado.

ii] **Distinción.** La variedad debe poder distinguirse claramente por una o varias características importantes de cualquier otra variedad cuya existencia sea notoriamente conocida.

iii] **Homogeneidad.** A reserva de la variación previsible, habida cuenta de las particularidades de su modo de reproducción o de multiplicación, la variedad debe ser suficientemente uniforme.

iv] **Estabilidad.** La variedad debe ser estable en sus características esenciales, es decir, mantenerse inalterada después de la propagación repetida o, en su caso, al final de cada ciclo particular de propagación.

v] **Denominación.** La variedad debe recibir una denominación que permita identificarla y que no sea susceptible de inducir en error o prestarse a confusión sobre las características, el valor o la identidad de la variedad o sobre la identidad del obtentor.

El sistema de derechos de obtentor ofrece dos excepciones importantes al derecho exclusivo de explotación: la primera es conocida como el *privilegio del agricultor* y consiste en que éste podrá reusar como semilla parte de la cosecha obtenida con la variedad protegida, sin que exista la obliga-

ción de pagar regalías al obtentor. La segunda se conoce como la excepción del obtentor o fitomejorador y consiste en que un fitomejorador podrá hacer uso de la variedad protegida como fuente inicial para el desarrollo de nuevas variedades. Estas dos excepciones son garantizadas internacionalmente por el acta de adhesión a la UPOV de 1978.

En respuesta a las demandas para reforzar la protección provista por el sistema de la UPOV se convocó a una conferencia diplomática en marzo de 1991. La Convención resultante refleja los deseos de las grandes compañías con gran capacidad de investigación y desarrollo de que la protección tienda a igualarse a la conferida por patentes. Así, en el acta de 1991 se especifica que el alcance de la protección, además de impedir a cualquier tercero la producción de material de reproducción o de multiplicación vegetativa de la variedad vegetativa con fines comerciales, ponerlo en venta o comercializarlo de cualquier modo, incluye actos de preparación del material de la variedad a efectos de su reproducción, la importación y la exportación del material, y la posesión del material para realizar cualquiera de los actos reservados al titular. "Además, el titular podrá actuar contra quien realizara esos actos respecto del producto de la cosecha, incluidos los frutos, plantas enteras o partes de plantas, si se hubiesen obtenido mediante un uso no autorizado del material de reproducción de la variedad protegida" (OMPI, 1994). Con esta ampliación de los derechos exclusivos derivados de los títulos de obtentor vegetal, éstos alcanzan virtualmente la misma protección conferida por las patentes de invención.

En cuanto a las dos excepciones mencionadas, el acta de 1991 les impone ciertas limitaciones. En el caso del privilegio del agricultor, la nueva Convención lo restringe, pero deja en libertad a las naciones de crearlo en sus propias legislaciones. En lo que respecta a la excepción del obtentor o fitomejorador, ésta se mantiene en el acta de 1991, pero se encuentra limitada cuando la variedad posterior se considere "esencialmente derivada" de la variedad protegida que sirvió de base. Se introdujo esta medida para evitar la protección de las variedades que presenten solamente cambios "cosméticos" respecto a las preexistentes.

Un último eslabón en la cadena de la protección del material biológico es la posibilidad de apropiación de los recursos genéticos. Después de haber trabajado en el pasado conforme a un sistema de libre intercambio de material genético, con el advenimiento de la biotecnología los países en desarrollo comenzaron a preocuparse de que el material genético originario de sus territorios, una vez mejorado por las investigaciones que se realizan principalmente en los países industrializados, quede protegido por algún título de propiedad intelectual y por tanto fuera de su alcance. Los países en desarro-

llo reclaman, entonces, una participación de los beneficios económicos que puedan obtenerse por el uso comercial de las variedades obtenidas a partir de las variedades nativas que ellos aportaron.

En 1983, la FAO lanzó la iniciativa. "Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos", un acuerdo no vinculante para los signatarios que trató a los recursos genéticos como "herencia de la humanidad" que debería estar disponible libremente para todos. Más tarde, nuevas interpretaciones modificaron este paradigma (Siebeck, 1994). En 1989, la FAO adoptó dos nuevas resoluciones que aportaron un acuerdo para interpretar el Compromiso. Así, los países en desarrollo concedieron que los derechos de obtentor no son incompatibles con el espíritu del Compromiso. A cambio, los países industrializados aceptaron el principio del "derecho del agricultor". Éste involucra un compromiso moral de los países industrializados para reconocer y recompensar la enorme contribución que los agricultores de todas las regiones han hecho para la conservación y el desarrollo de recursos fitogenéticos. La FAO no ha logrado un acuerdo respecto a la forma de concretar la recompensa económica para los agricultores y ha propuesto solamente la creación de un Fondo de Recursos Fitogenéticos en el marco del sistema global de la FAO. Un avance posterior, a partir del Compromiso Internacional, es la resolución 3/91 mediante la cual se adopta el concepto de que las naciones tienen derechos soberanos sobre sus recursos fitogenéticos. Al mismo tiempo, se acordó el principio de intercambio libre de material con fines de investigación científica, fitomejoramiento y conservación. En este marco, el libre acceso no puede entenderse como "libre de cargo" o gratuito.

Más tarde, en 1992, la Convención sobre Diversidad Biológica, un tratado internacional vinculante para los países signatarios, reconoce y reafirma el principio de la soberanía nacional sobre los recursos fitogenéticos. Los países acuerdan también garantizar el acceso a sus recursos genéticos conforme a términos mutuamente acordados y sujeto a consentimiento previamente informado. Los receptores de los materiales deberán compartir los resultados de la investigación y desarrollo y los beneficios de la comercialización, con base también en términos mutuamente acordados. La Convención, mediante una resolución cuidadosamente equilibrada pero sin una lógica clara, también estableció la obligación de los países industrializados de transferir a los que están en desarrollo tecnologías que son relevantes para la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica o para hacer uso de los recursos genéticos. Pero esto tiene que hacerse en forma consistente con la adecuada y efectiva protección de los derechos de propiedad intelectual (Barton, 1994). Aquí la contradicción es

evidente y resulta difícil encontrar la forma de que las tecnologías fluyan hacia los países ricos en biodiversidad pero pobres en tecnología y capital.

PROTECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS EN MÉXICO

México, desde luego, no se ha mantenido al margen de la evolución internacional en esta materia. Aun antes de que las negociaciones del TRIPS adquirieran relevancia, por presiones comerciales de Estados Unidos, México reformó, en 1987, su Ley de Invenciones y Marcas (presentada brevemente en líneas anteriores). Con ello se buscó hacer cambios paulatinos sobre todo en cuanto a la apertura a la patentabilidad de algunos campos que estaban excluidos. Sin entrar en grandes detalles, pues no vale la pena para los fines de este documento, puede decirse que para dar tiempo a que las industrias química, químico-farmacéutica, de agroquímicos y alimentos del país adopten nuevas estrategias de desarrollo tecnológico competitivas en un entorno económico y de competencia radicalmente diferente, se estableció en las reformas un plazo de diez años para permitir el otorgamiento de patentes para las tecnologías correspondientes a estas industrias, con la adición de las biotecnologías. Cabe mencionar que este plazo se definió tras un proceso de discusión, con diversos sectores industriales y algunos académicos, de las modificaciones de la Ley. Al menos, en el ámbito de las declaraciones los empresarios mexicanos esperaban realizar una transición, apoyados por los centros públicos de investigación, hacia una estrategia tecnológica basada menos en la imitación y más en la generación de tecnologías propias.

Durante el gobierno de Carlos Salinas, México inició nuevas negociaciones comerciales, esta vez conducentes a la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC). Uno de los requisitos impuestos por Estados Unidos para que aquéllas progresaran fue que México cambiara sus legislaciones defensivas de la propiedad intelectual, la transferencia de tecnología y de inversiones extranjeras. Así, actuando bajo presión, México cambió los tres instrumentos. Para el caso que nos ocupa, en junio de 1991 se expidió la nueva Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial, que abrió la puerta para la patentabilidad de todas estas materias que antes se excluían y, al mismo tiempo, liberó totalmente el comercio de tecnología al abrogar, mediante un simple artículo transitorio de esta Ley, la Ley sobre el Registro y Control de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas. Es de destacarse que el Estado mexicano no cumplió su promesa de dar un plazo de diez años a la industria nacional (tampoco hay evidencias de que la industria estuviera haciendo algo

para sustentar la transición mencionada) y que esta vez ya no se hicieron consultas con los sectores interesados, como se había hecho en el pasado. El incentivo del libre comercio fue razón suficiente para el cambio.

La Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial presenta, entre otras, profundas modificaciones como las siguientes (Solleiro, 1994):

- Amplía el periodo de vigencia de las patentes a 20 años contados a partir de la fecha de solicitud.
- Elimina la figura del certificado de invención y limita de manera importante los casos en los que proceden las licencias obligatorias.
- Introduce la protección del secreto industrial, que se refiere a toda información registrada en un medio físico (documento, cinta o disco magnético) que se confiere a una persona en condiciones de confidencialidad y que afecta la posición competitiva del dueño de la información. Con este concepto queda protegido cualquier tipo de información técnica, administrativa y comercial.
- Se abre la patentabilidad de procesos y productos químicos, farmacéuticos, agroquímicos y alimentos para consumo animal y humano.
- En el caso de las invenciones biotecnológicas, la modificación fue sustancial, aunque un tanto errática, puesto que se incluyó como materia patentable a las variedades vegetales, al contrario de la práctica internacional, y se excluía el material genético.

En agosto de 1994, con el fin de cumplir con lo estipulado en el capítulo de propiedad intelectual del TLC y en el TRIPS (México ratificó este acuerdo en diciembre de ese mismo año), y de corregir algunos de los errores que se cometieron en su redacción, se reformó la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial. La reforma da lugar a un cambio en el título, por lo que hoy hay que referirse a la Ley de la Propiedad Industrial. En el artículo 16 se establece que serán patentables las invenciones que sean nuevas, resultado de una actividad inventiva y susceptibles de aplicación industrial. Las excepciones para la patentabilidad son:

- i] Los procesos esencialmente biológicos para la producción, reproducción y propagación de plantas y animales;
- ii] el material biológico y genético tal como se encuentra en la naturaleza;
- iii] las razas animales;
- iv] el cuerpo humano y las partes vivas que lo componen, y
- v] las variedades vegetales.

Como se aprecia, el mapa de las invenciones sujetas al otorgamiento de patentes es ya muy completo y similar al de los países industrializados. Hoy pueden obtenerse patentes para prácticamente todo tipo de invenciones,

incluyendo microorganismos, animales transgénicos, plantas transgénicas, componentes de organismos y sus usos. También puede patentarse la forma aislada y purificada de material biológico y genético de la naturaleza, pues la redacción de la excepción a la patentabilidad es clara al estipular que no puede patentarse dicho material en su forma natural, "tal como se encuentra en la naturaleza". Así, México se ha apegado al concepto de que "todo aquello bajo el sol, que haya sido hecho por el hombre, es patentable".

Respecto a las variedades vegetales, si bien se retiró la posibilidad de patentarlas, se trabaja actualmente en un proyecto de Ley Federal de Protección de los Derechos del Obtentor de Variedades Vegetales, a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGDR). Dicho proyecto se apega sustantivamente al acta de adhesión de la UPOV de 1978. Es justo comentar que, para el desarrollo de este proyecto de ley, la SAGDR ha seguido un proceso de consulta y discusión con los sectores interesados que ha resultado muy interesante por el nivel de apertura y participación, lo cual podría sugerir un modelo para legislar en estas áreas técnicas en el futuro.

Así, cuando entre en vigor la protección de variedades, el mapa estará completo: derechos de autor para programas de cómputo y bases de datos; patentes de invención; modelos de utilidad; registro de diseños industriales; marcas comerciales; denominaciones de origen; secretos industriales, y derechos de obtentor. México contará en breve con uno de los esquemas de protección de la propiedad intelectual más avanzados del mundo. La gran pregunta es si esto beneficiará realmente al país.

¿PROMOCIÓN DE LA INNOVACIÓN O BARRERA DE ENTRADA?

La justificación que normalmente se ofrece para introducir y reforzar las legislaciones de propiedad intelectual en países de menor desarrollo industrial y tecnológico es que, sin el incentivo de la protección del mercado que representan estos derechos, el flujo de inversión, comercio y tecnología hacia ese país se interrumpiría. También se argumenta que la falta de protección efectiva inhibiría la capacidad innovadora de la sociedad. Por otro lado, los detractores del sistema de la propiedad industrial afirman que la protección monopólica se utiliza exclusivamente para reservar mercados de importación exclusivos, sin que se realicen inversiones y esfuerzos que fomenten la inversión productiva y la innovación en el país en cuestión.

Lo cierto es que no hay suficientes estudios que permitan elaborar conclusiones sobre estas hipótesis. Además, el problema de evaluar los efectos

de la protección de la propiedad intelectual sobre la economía y la sociedad es muy complejo, pues es prácticamente imposible aislar este fenómeno como objeto de estudio, de un contexto sumamente amplio de política económica, sectorial, industrial, agrícola y de ciencia y tecnología.

A pesar de esto, sí puede considerarse que los efectos y la importancia estratégica de la propiedad intelectual difieren considerablemente de un sector a otro. En un estudio reciente, Mansfield (1992) revela que las empresas que consideran más importantes los derechos de propiedad intelectual para sus decisiones de inversión en nuevas instalaciones de manufactura, tienden a ser grandes e intensivas en investigación y desarrollo. Por ello, industrias como la química y la farmacéutica otorgan un valor especial a este tipo de protección.

Pero no puede, de ninguna manera, asumirse que la simple introducción de legislaciones modernas de propiedad intelectual será condición suficiente para atraer capital extranjero (o nacional) hacia un determinado sector. Actualmente parece haber acuerdo en que por las condiciones actuales del comercio internacional esto sí es un requisito, pero se necesitan otros factores tal vez más importantes para crear el ambiente competitivo para atraer inversiones, tales como crecimiento rápido de la economía, bajos costos relativos, estabilidad social y política, oferta de capacidades especiales en algún sector económico, existencia de ventajas políticas y programas específicos de desarrollo.

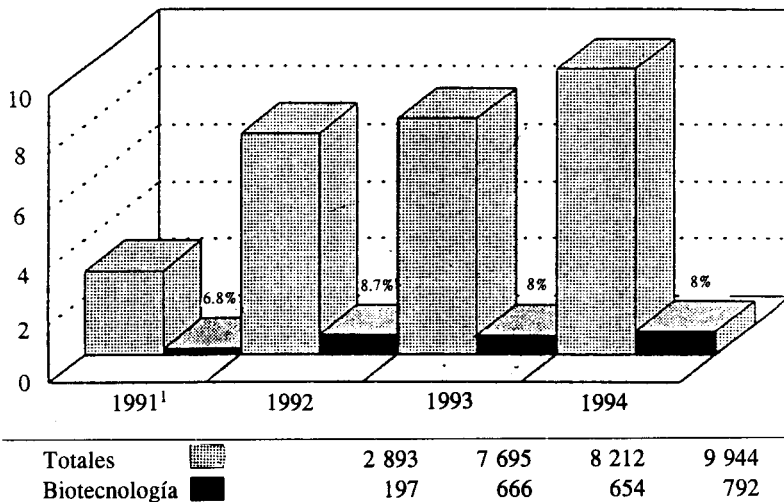
En un estudio reciente sobre los posibles efectos de la protección de los derechos de obtentor (DOV) para la agricultura mexicana realizado por el autor de este trabajo (Solleiro, 1994), queda de manifiesto que, sin cambios profundos en la política agrícola que conduzcan a la reactivación real del sector, los efectos de la propiedad intelectual serán más bien marginales. A partir de los resultados de una encuesta aplicada a empresas de semillas, fitomejoradores, funcionarios públicos y organizaciones no gubernamentales, no se espera que la introducción de los DOV provoque un aumento significativo en la actividad privada de fitomejoramiento e investigación. Sí puede esperarse un aumento en las actividades de producción y distribución de semillas, dado que la protección de la propiedad intelectual aportará tranquilidad a los empresarios. Esto también facilitará las relaciones con empresas extranjeras para la adquisición de materiales de calidad. Por esto último, puede darse un efecto positivo en la calidad de las semillas que circulan en el mercado mexicano. Dado que se espera que el régimen de libre comercio genere paulatinamente presiones competitivas, no se espera que la protección de la tecnología vaya a reflejarse en aumentos significativos de los precios.

En el caso de los centros públicos de investigación, todo parece indicar que los DOV provocarán un ligero sesgo en la investigación hacia áreas de aplicación más inmediata y de mayor rentabilidad. Asimismo, los investigadores y dirigentes de la investigación consideran que con la propiedad intelectual se inhibirá el intercambio libre de material biológico y de información. A la larga, expresan algunos, estos dos puntos tendrán un efecto negativo en la calidad de la investigación por el deterioro de la investigación básica y las relaciones de intercambio científico.

Un aspecto en el que aparentemente no hay duda es que las nuevas medidas de protección de la propiedad intelectual en el sector agropecuario, conducirán a la concentración de la industria. La opinión unánime de los especialistas encuestados es que serán las grandes empresas semilleras las que concentren cada vez más la producción y distribución de semillas para mercados rentables. Los derechos de obtentor, las patentes, marcas y secretos industriales serán elementos que afirmen la posición competitiva de estas empresas. No es muy probable, sin embargo, que empresas mexicanas se beneficien en la misma medida. La justificación para esta afirmación que podría juzgarse como aventurada y especulativa es que los recursos que se canalizan para la investigación y desarrollo en el sector agropecuario, sean públicos o privados, son francamente insuficientes para sustentar una estrategia de innovación. Mas aún, durante la encuesta pudo vislumbrarse que si bien los centros de investigación y algunas empresas nacionales de semillas, reconocen el valor de proteger la tecnología, desconocen el uso y las implicaciones de la mayoría de los títulos de propiedad intelectual y, en consecuencia, no están en condiciones de formular e implantar estrategias de protección y explotación de la tecnología. Una prueba más de esta situación desventajosa son las estadísticas sobre solicitudes de patentes de biotecnología en México que maneja el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (véanse las gráficas 1, 2 y 3). Es claro que hasta ahora la protección, como ha sido en todo este siglo, beneficia principalmente a extranjeros.

Todo esto muestra que la situación más probable, si la capacidad innovadora del país no crece de manera significativa en el corto plazo, será aquella en la que los títulos de propiedad intelectual se usarán primordialmente para importar y distribuir de manera exclusiva los productos de las nuevas tecnologías. Las tecnologías en sí serán en efecto difundidas, pero primordialmente hacia sectores de alta rentabilidad y atractivo económico. La necia realidad, sobre todo en el sector agropecuario, es que existe un grupo muy grande de productores de bajos ingresos y escasos recursos tecnológicos para los que las noticias no son tan buenas. La protección de tec-

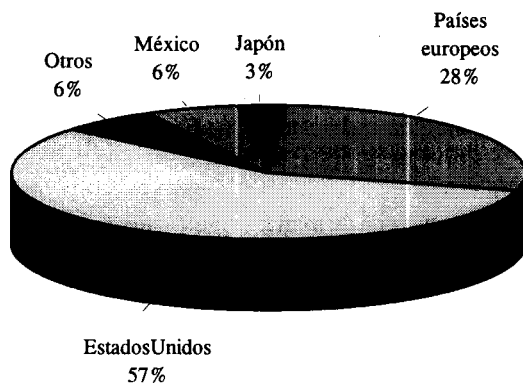
GRÁFICA 1
PARTICIPACIÓN DE SOLICITUDES EN BIOTECNOLOGÍA
(Miles)



¹ De junio a diciembre de 1991.

FUENTE: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

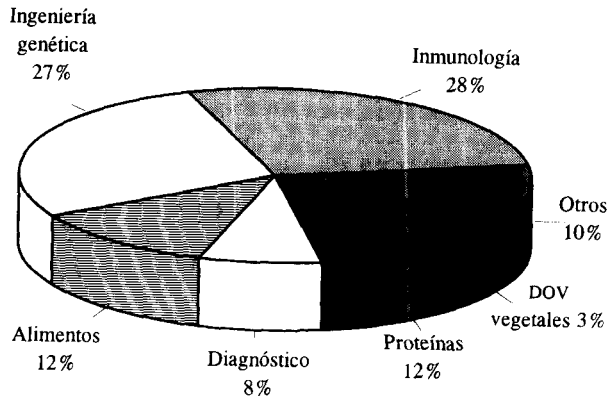
GRÁFICA 2
SOLICITUDES DE PATENTES EN BIOTECNOLOGÍA POR PAÍS DE ORIGEN¹



¹ De junio de 1991 a diciembre de 1994.

FUENTE: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

GRÁFICA 3
DISTRIBUCIÓN DE LAS SOLICITUDES DE PATENTES EN BIOTECNOLOGÍA¹



¹ De junio de 1991 a diciembre de 1994.

FUENTE: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

nologías genéricas y aun de herramientas de investigación por patentes y secretos industriales puede ser una barrera considerable para tener acceso a las nuevas tecnologías. En síntesis, la protección efectiva facilitará el acceso a los que están ya en una posición ventajosa. No puede esperarse lo mismo para los que no tienen los mismos recursos. Para ellos más bien será una barrera de entrada.

LA PROPIEDAD INTELECTUAL EN EL ENTORNO DE LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

Ante la situación presentada, el reto para México es utilizar el moderno marco de protección de la propiedad intelectual con el que ahora cuenta para avanzar en el fomento de la innovación. Se trata de avanzar en la constitución de un sistema de innovación, es decir, establecer la estructura institucional coherente dentro de la cual las empresas innovan. El sistema puede actuar a partir del fomento y la orientación de flujos financieros, de información, de conocimiento científico y tecnológico, y de gente, activados por meca-

nismos legales y de política. En la figura 1 se presenta una propuesta respecto a los elementos de un sistema de innovación en el caso de la biotecnología agrícola, incluyendo las representaciones de las interacciones necesarias.

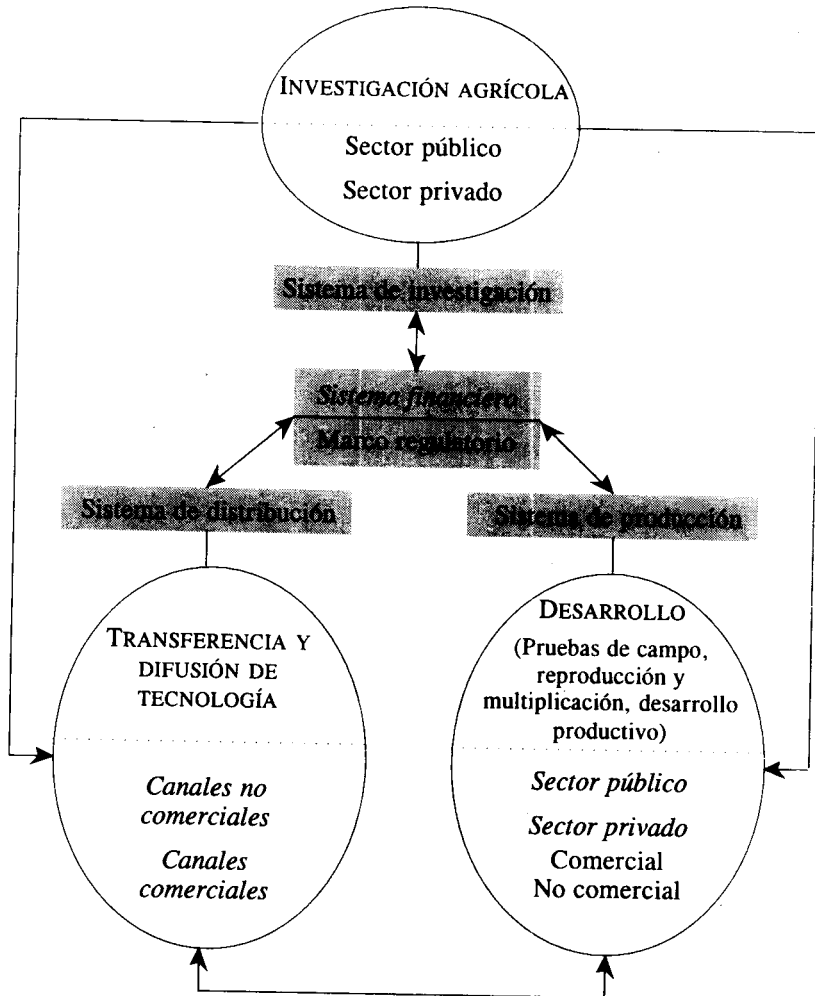
El concepto de sistema de innovación está fuertemente inspirado en la idea de crear sistemas de distribución de conocimientos. Esta idea parte del reconocimiento de que, actualmente, el proceso de innovación tecnológica se lleva a cabo más a partir de una rutina de explotación del conocimiento existente, que de hallazgos científicos. Así, el nuevo proceso de innovación se basa en un círculo virtuoso de generación y difusión del conocimiento (Foray, 1992). Es claro, entonces, que para contribuir al sistema de innovación, el sistema de propiedad intelectual debe propiciar un sistema colectivo de invención-explotación. En otras palabras, el acento, sobre todo en un país como México, no debiera ponerse en la protección de la tecnología, sino en la difusión.

Concretamente, esto implica, para el caso del sistema de patentes, que debe evitarse concederlas con un alcance demasiado amplio que inhiba la participación de diferentes actores económicos en sectores completos e, incluso, por medio de sectores. La oficina de patentes, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, puede tener una actuación decisiva en este punto, exigiéndole a los inventores que cumplan con el requisito de aplicación industrial para los objetos de sus reivindicaciones. Además, no debe aceptarse el concepto de utilidad manejado por la oficina de patentes de Estados Unidos, pues ésta exige, a efectos del trámite de patentes, solamente demostrar que la invención es útil, mas no que pueda aplicarse industrialmente.

Otro aspecto fundamental que debe considerarse, para que el sistema de la propiedad intelectual contribuya a la innovación, sin constituir necesariamente una barrera de entrada, es que deben ponerse límites claros al monopolio temporal conferido por los diferentes títulos, creando una contraparte en la ley antimonopolios. Este aspecto de la legislación mexicana merece revisarse, pues la Ley sobre Competencia Económica establece, justamente, como excepción para su acción en contra de prácticas monopólicas, los casos en que existe la protección de la propiedad intelectual. Un elemento más para evitar prácticas anticompetitivas y, eventualmente, para satisfacer las necesidades del mercado a precios razonables, es manejar criterios claros y trabajar en la implantación del régimen de licencias obligatorias, acorde con los compromisos internacionales, y la introducción de mecanismos efectivos de control de precios.

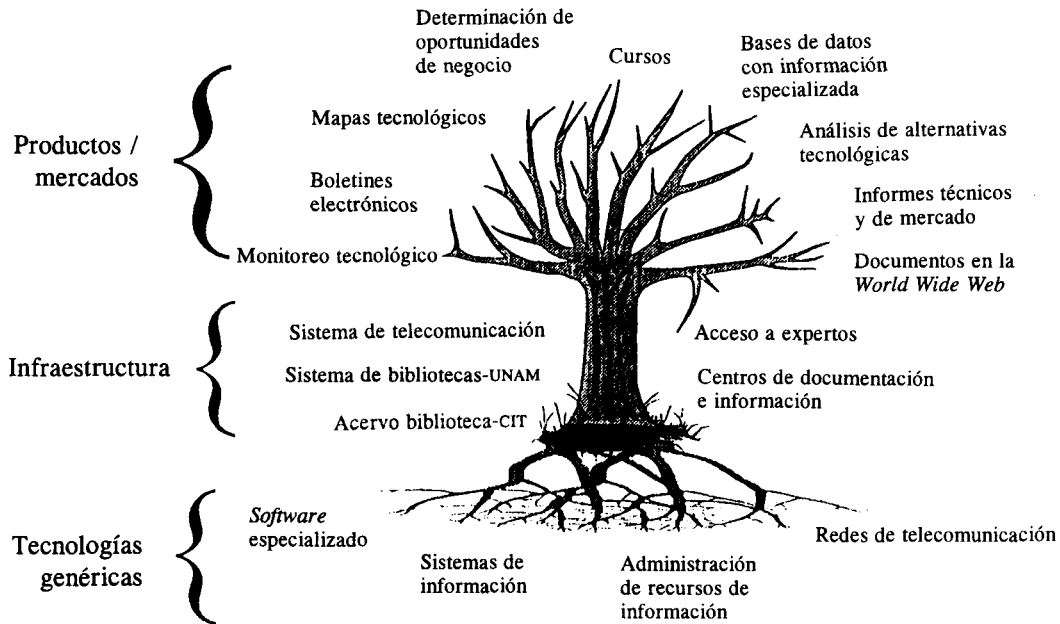
Finalmente, el uso del sistema de patentes en pro de un modelo que beneficia la distribución del conocimiento por encima de la filosofía tradicio-

FIGURA 1
 BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN UN SISTEMA
 NACIONAL DE INNOVACIÓN
 (Actores e instituciones)



FUENTE: Adaptada de C. Brenner y J. Komen (1994), OECD Development Centre, *Technical Papers*, núm. 100.

FIGURA 2
COMPETENCIAS CRÍTICAS DE LA UNIDAD DE SERVICIOS ESPECIALIZADOS
DE INFORMACIÓN DE LA SECRETARÍA ACADÉMICA DEL CIT



FUENTE: Elaborado por Patricia Lozano y Belem Valdés, CIT-UNAM, agosto de 1995.

nal de proteger y excluir a terceros, demanda que más instituciones públicas y privadas participen en tareas de recuperación, análisis y uso de la información de patentes. No bastan para ello los bancos de información; hay que constituir redes que difundan inteligencia competitiva, con base en la información, las tecnologías para procesarla y una cartera de servicios atractiva. En la figura 2 se presenta un estimulante modelo de desarrollo de servicios de información propuesto por Lozano y Valdés (1995). Si se logran construir redes de acuerdo con este modelo, en las que participen múltiples instituciones, se habrá dado un paso importante para abatir las barreras de entrada y usar a la propiedad intelectual como vehículo de innovación.

REFERENCIAS

- Barton, J.H. (1994), "Introduction to International Issues", en *ABSP Workshop Series, Intellectual Property Rights*, Washington, United States Agency for International Development.
- Becker, L. y K. Kipni (eds.) (1984), *Property: Cases, Concepts, Critiques*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- Belcher, B. y G. Hawtin (1991), *A patent on life. Ownership of plant and animal research*, Ottawa, International Development Research Centre.
- Correa, C.M. (1989), "Propiedad intelectual, innovación tecnológica y comercio internacional", *Comercio Exterior*, vol. 39, núm. 12, México, pp. 1059-1082.
- (1994), "Sovereign and property rights over plant genetic resources", Roma, FAO, Commission on Plant Genetic Resources Background Study Paper, núm. 2.
- Diario Oficial de la Federación* (1994), México, 30 de diciembre, pp. 95-112.
- Foray, D. (1994), "Production and distribution of knowledge in the new systems of innovation: the role of intellectual property rights", *STI Reviews*, núm. 14, pp. 120-151.
- Gómez, G. (1995), "Interpretación del Acuerdo TRIPS e identificación de acciones necesarias para su aplicación en los países de América Latina y el Caribe", en Sistema Económico Latinoamericano, *Nuevas políticas de propiedad intelectual ¿Arma de negociación o instrumento de desarrollo?*, Caracas, pp. 95-138.
- Mansfield, E. (1992), "Unauthorized use of intellectual property: effects on investment, technology transfer and innovation", citado por Correa, C.M. (1995), "Intellectual property rights and foreign direct investment", *Int. J. Technology Management*, 10, 2/3.
- OMPI-Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (1994), *Formas de protección legal de las innovaciones biotecnológicas*, OMPI/SELA/BIOT/CCS/94/4, Caracas.

- OTA-Office of Technology Assessment (1989), "Patenting life", New Developments of Biotechnology, vol. 5, Washington, U.S. Government Printing Office.
- Price, S.C. (1991), *The economic impact of novel genes in plant biotechnology: Not without strong intellectual property rights*, Iowa State University, Office of Intellectual Property.
- Redgrave, D. (1991), "El papel de la protección de la propiedad industrial en el desarrollo de biotecnologías y el sector agropecuario", en Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, *Políticas de propiedad industrial de inventos biotecnológicos y uso de germoplasma en América Latina y el Caribe*, San José, Costa Rica, pp. 287-342.
- Roffe, P. (1987), "Evolución e importancia del sistema de la propiedad intelectual", *Comercio Exterior*, vol. 37, núm. 12, México, pp. 1039-1045.
- Siebeck, W. (1994), "The Convention on Biological Diversity", en *ABSP Workshop Series, Intellectual Property Rights*, Washington, United States Agency for International Development.
- Solleiro, J.L. (1994), *Debate e impactos de los derechos de obtentores vegetales en países en desarrollo. El caso de México*, México, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Universidad de Amsterdam.
- UPOV (1993), *Información general*, Ginebra.

GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA: PERSPECTIVAS Y PROPUESTAS

Alberto Zuloaga Albarrán*
Roberto Pérez Cerón*

INTRODUCCIÓN

La innovación tecnológica, entendida como la creación y adopción de ideas, productos o prácticas novedosas, y relacionada con el desarrollo económico y social de una localidad o grupo de gente, es y ha sido motivo de preocupación por la oportunidad que brinda para avanzar en la consecución de mayores y mejores niveles de vida y de trabajo.

Diversas interrogantes¹ suelen plantearse alrededor del desarrollo tecnológico y su transferencia, o dicho de forma más común, de las actividades de investigación y extensión y sus potencialidades en la actividad agropecuaria nacional, ya que ésta adquiere importancia en México tanto por la cantidad de personas relacionadas con el sector, casi un tercio de la población nacional y de la población económica activa, como por la superficie dedicada a esta actividad cercana a 20 millones de hectáreas cultivables, de las cuales son de riego casi 30 por ciento.

En este documento se presentan algunas alternativas para superar al menos las restricciones más serias a que actualmente se enfrentan las instituciones del sector agropecuario nacional en materia de generación y transferencia de innovaciones tecnológicas.

LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA

Los sistemas productivos tradicionales, predominantes por su cantidad y dispersión, se basan en tradiciones y costumbres centenarias para trabajar

* Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, estado de México.

¹ Foro Evaluación de la Investigación y Extensión Agropecuaria, Anexo 1, Cuernavaca, Morelos, 5 y 6 de mayo de 1995.

la tierra; por ello, están fuertemente atados a hábitos y habilidades vinculadas con la estabilidad y la autosuficiencia productiva, y por ello son poco propensos a elevar por sí mismos sus actuales niveles de eficiencia y productividad.

Las costumbres suelen reforzarse con valores y actitudes vinculadas con la religión y lo sobrenatural, lo que dificulta la promoción del cambio económico o técnico, pues éste suele implicar el rechazo o el abandono de creencias muy arraigadas.

Ello no significa la imposibilidad de innovar, sino que puede explicar en parte la lentitud del cambio inducido, pues en realidad la dinámica de la agricultura ha sido una historia de cambios graduales relativamente lentos, que sólo se han frenado en la medida en que avanza el bienestar familiar. Entonces, el problema de la inducción del cambio técnico parece relacionarse principalmente con la velocidad y el alcance de la innovación, aunque en gran medida también con cambios en los precios de los insumos y productos, así como en la presión poblacional.

Pareciera así que la diferencia entre tradicional y moderno radicaría en la fuente y el ritmo del cambio, en donde la agricultura tradicional estaría vinculada con el ritmo lento producto de experiencias individuales y aleatorias, en contraste con la agricultura moderna, muy influida por el conocimiento científico y el producto de altas tasas de innovación derivadas de eventos inducidos.

La modernización tecnológica surgiría entonces como consecuencia de la investigación tecnológica (como un proceso generador de nuevas ideas, técnicas, insumos, maquinaria o equipo cuyas combinaciones permiten obtener altos niveles de producción) y de la extensión o transferencia inducida que actúa como uno de los principales catalizadores de la velocidad del cambio.

Ambas, investigación y extensión (en la agricultura), son regidas por circunstancias aleatorias climáticas y biológicas del proceso productivo, que se manifiestan en la variación de suelos y climas, por lo que toda tecnología agrícola debe adecuarse a condiciones locales de sitio influidas por factores tales como suelos (topografía, pendiente, textura, profundidad, fertilidad, pH) y clima (temperatura, precipitación), además de otros factores circunstanciales socioeconómicos, como organización social y recursos disponibles (tierra, mano de obra y capital).

Esencialmente, las innovaciones o novedades tecnológicas pueden permitir elevar la eficiencia o productividad de recursos escasos (como las limitaciones de tierras) mediante aplicaciones mecánicas (maquinaria, equipo y herramienta) o, si la escasez se presenta en la disponibilidad de fuerza

laboral, biológicas (semillas o razas mejoradas) o químicas (productos parasiticidas). También, dada la complementariedad del efecto, pueden o suelen conjuntarse “paquetes técnicos” o recomendaciones con diversos tipos de innovaciones.

Es común encontrar que la respuesta a las innovaciones dependa de factores aleatorios tales como la variación de precios de los insumos y productos, la cantidad y frecuencia de las lluvias, el calor, las inundaciones y las interacciones entre financiamiento y mercados; también de la divisibilidad de las innovaciones, pues mientras las cantidades de semillas o productos agroquímicos pueden dosificarse, la maquinaria o el equipo se adquieren y utilizan indivisiblemente, con relativa independencia del tamaño de la explotación.

Como afirma Jarret (1982), las innovaciones biológicas, como semillas o razas mejoradas, son específicas por nicho o estrato ambiental, lo que limita relativamente su transferencia y requieren una adecuación local, por la variabilidad tanto biofísica como socioeconómica de los productores o usuarios potenciales.

DIAGNÓSTICO DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS

Para entender el papel específico de las instituciones, sus limitaciones y potencialidades con respecto a la generación y transferencia de tecnología, se debe considerar idealmente a estas actividades organizadas en un continuo que va de las tareas de investigación básica, pasa por la investigación aplicada y adaptativa, y culmina en la difusión y adopción de las innovaciones por parte de los productores.

La investigación básica (enfocada a aumentar el conocimiento *per se*), se realiza en:

- Los Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (CENID) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).
- Los Centros de enseñanza-investigación dependientes de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGDR), como el Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

La investigación aplicada (la que busca resolver problemas y mejorar la práctica) la desarrolla principalmente el INIFAP.

El INIFAP se creó en 1985 mediante la fusión de los entonces institutos INIA, INIP e INIF, responsables de la investigación agrícola, pecuaria y fores-

tal, respectivamente; cuenta con una amplia base institucional, producto de 50 años de evolución, y se le considera como la principal institución agropecuaria de investigación aplicada del país.

La validación o prueba de la nueva tecnología en las circunstancias biofísicas y socioeconómicas del productor corresponde tanto al INIFAP como al servicio de asistencia técnica de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) y al Fideicomiso de Riesgo Compartido (Fircó), que financia gran parte de la validación y transferencia de tecnología agropecuaria.

Recursos humanos²

En sus áreas agrícola y pecuaria el INIFAP cuenta con 1 135 investigadores, de los cuales 827 son agrícolas y 308 pecuarios, de ellos 13 % posee nivel doctoral, 61 % maestría y 26 % licenciatura.

Entre los principales problemas que afectan la formación de los recursos humanos se enfrentan los siguientes:

- Retener al personal más capacitado, debido a los sueldos poco competitivos que ofrece el Instituto, situación que se agudiza en el nivel doctoral y en el programa de hortalizas.
- Asignación irregular del personal regional. La zona con mayor atraso económico y social, como el Sureste, cuentan con escaso personal, que además es el menos capacitado.

En comparación, el plantel del INIFAP tiene una menor proporción de investigadores con estudios de posgrado que sus homólogos de Brasil, Argentina, Chile y Colombia.

Recursos financieros

El INIFAP depende para su financiamiento del gobierno federal. No obstante, ha realizado un importante esfuerzo por generar recursos propios, los cuales sólo representan 6% del presupuesto total; provienen principalmente de la venta de esquilmos y semillas básicas de sus estaciones experimentales.

La concentración de esfuerzos en esta actividad distrae al Instituto de su misión principal de generar tecnologías apropiadas para las diferentes condiciones agroecológicas del país. El sector privado podría asumir la multiplicación de semillas con mayor eficiencia y posibilidad para penetrar en el mercado.

² A. Caetano de la O. *et al.*, *Investigación, extensión y asistencia técnica en México*, México, INIFAP, 1994.

De 1989 a 1993, a pesos constantes, el presupuesto decreció cerca de 30%. En 1981 la inversión en investigación, considerando sólo la parte agrícola del INIFAP, alcanzó 0.87 % del producto interno bruto agrícola (PIBA), y 0.43 % en 1987, manteniéndose hasta la fecha en niveles inferiores a los recomendados por el Banco Mundial, de 1 % del PIBA. En cuanto a la asignación de recursos fiscales al INIFAP, en el último decenio han decrecido de manera significativa a causa de la inflación.

Otro aspecto financiero crítico es la desfavorable estructura presupuestaria operativa. De 1985 a 1988 los recursos disponibles para operar constituyeron en promedio 24.4% del presupuesto, y en 1993 representaron apenas 15%, proporción que se encuentra totalmente alejada del óptimo para los centros de investigación: 60% de gastos recurrentes y un mínimo de 40% para la operación. La situación se agrava debido a que la plantilla de investigadores se ha mantenido estable, lo que produce el efecto de un decremento real de los recursos disponibles por programa y por investigador.

Investigaciones en escala internacional han mostrado que cuando el presupuesto de operación se reduce por abajo de 40% del total asignado, las actividades decrecen a tal nivel que la productividad por investigador se reduce seriamente, por lo que puede decirse que INIFAP tiene escasas posibilidades para desarrollar un programa productivo de investigación.

Planeación y programación

El proceso de planeación del INIFAP presenta las siguientes características:

- Es descentralizada y se realiza principalmente en las estaciones experimentales.
- Es posterior a la programación de actividades de dichas estaciones, y consiste esencialmente en conjuntar la información económica y técnica de lo programado.

Se carece de capacidad para realizar el seguimiento y las evaluaciones *ex-ante* y *ex-post* de los proyectos de investigación, lo cual debilita su gestión en el ámbito político y ante los productores.

Jerarquización de prioridades y participación de productores

El INIFAP depende excesivamente de la SAGDR en lo financiero, administrativo, y de alguna manera en lo operacional. Carece de mecanismos para determinar prioridades, porque la SAGDR no le ha definido metas específicas para su quehacer investigativo en escalas nacional y regional.

Lo anterior se traduce en que a pesar de haberse iniciado desde 1990 un programa de reestructuración a fondo con recorte de programas de 100 a 33, aún se realiza investigación en 118 subprogramas, lo que implica la dispersión de recursos humanos y financieros, por la diversidad de especialidades con que se trabaja, sin integrar una visión de conjunto que permita enfocar los recursos disponibles en los ámbitos regional y nacional.

La especialización y la escasez de recursos restringen la coordinación de aspectos técnicos, lo que propicia la duplicidad de acciones y limita la aplicación de políticas que tomen en cuenta la jerarquización de prioridades en todo el país.

En cuanto a la participación de los productores en la planeación y el financiamiento de la investigación, los mecanismos con que cuenta el INIFAP para lograr este objetivo son aún incipientes, excepto por algunos patronatos regionales, lo que adicionado a restricciones presupuestales y las constantes reestructuraciones de los últimos diez años, se ha traducido en la fragmentación, tanto de las áreas agrícola, pecuaria y forestal, como de los investigadores, perdiéndose el liderazgo de sus mejores científicos y la coordinación de políticas y prioridades nacionales y regionales.

La escasa participación de los productores también se refleja en el uso limitado de la tecnología generada, por lo que el efecto económico y social de la inversión que realiza el gobierno federal también se ve limitado, situación que se acentúa por la crisis actual del sector.

Algunas referencias sobre generación de tecnología agropecuaria

La investigación pública se ha orientado principalmente al mejoramiento genético de plantas o animales, así como a la formulación del paquete de manejo de la variedad o raza correspondiente. En contraste, y como señala Jarret (1985), la investigación privada se orienta de manera predominante al desarrollo de maquinaria, equipo y agroquímicos, por lo que esencialmente se han consolidado dos mecanismos de enlace de la investigación con sus clientes: demandas, vía mercado, de maquinaria, equipo y agroquímicos, o difusión, vía agencias gubernamentales, de variedades o razas mejoradas producto de la investigación agropecuaria.

Simpson (1989) plantea la posibilidad de que en casos de innovación de productos comerciales, la investigación adquiere mayor o total relevancia sobre la extensión o transferencia, siempre y cuando exista una alta demanda de los productos de los agricultores. Sin embargo, en el caso de la agricultura minifundista o tradicional, motivo del esfuerzo de múltiples organiza-

ciones principalmente públicas, aún subsiste la preocupación por inducir el cambio técnico para tan vasto e importante sector.

Röling (1986) indica que la generación de innovaciones debe diferenciarse por tipo de clientela con el fin de ganar eficacia. Así, los agricultores pobres requieren programas redistributivos del ingreso; los agricultores medios, programas que fomenten el aumento de su producción, y los agricultores comerciales, programas de innovación técnica.

Por su parte, Pachico y Borbón (1987) afirman que es posible inducir el cambio técnico entre agricultores marginales y bajo presión demográfica, siempre y cuando existan esfuerzos serios y coordinados entre la investigación en una estación experimental y en los campos de los agricultores, multiplicación de semillas mejoradas y comercialización del producto.

Lightfoot (1987) señala que aunque la experimentación realizada en los campos de los agricultores, a quienes se considera en la planeación y la conducción, exige mucha interacción con los agricultores en sus hogares o parcelas, permite identificar con mucha aproximación las necesidades tecnológicas y difundir exitosamente los resultados favorables obtenidos, con lo que se induce una mayor tasa de adopción.

En ello también coincide Doorman (1988), quien afirma además que si se parte de los problemas técnicos de los productores en el marco de sus circunstancias locales de producción, se refuerza el enlace investigación-productores y en consecuencia se promueve el uso de la innovación tecnológica y el bienestar de los agricultores que la adoptan.

Otros autores, como Peterson *et al.* (1989), o el Colegio de Postgraduados (1995) recomiendan a las instituciones de investigación que para inducir la adopción de sus innovaciones interactúen más con los productores mediante la adecuación o el ajuste de la tecnología disponible a las circunstancias agroecológicas y socioeconómicas locales. En coincidencia con esto Fujisaka (1994) destaca además que las técnicas que son objeto de adecuación además de considerar los problemas prioritarios de los productores-objetivo, deben ofrecer una ventaja económica notablemente superior a las tradicionales, principalmente minimizando costos.

Por tanto, se puede concluir que los esfuerzos de las instituciones de investigación agropecuaria se verán coronados por el éxito si se vinculan con problemas o necesidades sentidas de su clientela-objetivo (usuarios potenciales); si estimulan la participación de los agricultores en la formulación de los problemas, la planeación de la experimentación y la conducción del trabajo; si se coordinan ejecutivamente con las instituciones proveedoras de insumos y crédito y con las comercializadoras y, ante todo, si cuentan con financiamiento adecuado.

DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO NACIONAL DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA

El Servicio Nacional de Extensión Agrícola de la SAGDR, que ha operado los servicios públicos de divulgación y asistencia técnica, ha sido más inestable a lo largo de su existencia que el aparato de generación de tecnología.

De 1922 a 1950, la extensión agrícola sufrió múltiples cambios de organización y enfoque. En ese periodo siempre contó con escasos recursos para operar. 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 fundaciones como la Rockefeller y la Ford, se realizaron importantes programas de maíz y trigo en los recién creados distritos de riego, con lo que se marginó a los pequeños productores de vastas zonas de agricultura tradicional del país.

En 1966 se realizaron esfuerzos por reducir la brecha entre los servicios de investigación y de extensión. Se buscó favorecer a los productores de escasos recursos en las zonas de influencia de los centros regionales de investigación, aún en etapa de expansión. Se asignaron recursos financieros y humanos, y hasta 1971 se le otorgó el rango de Dirección General en la Secretaría de Agricultura, cuando el número de extensionistas pasó de 268 en 1962, a 1 583.

En el siguiente periodo gubernamental se canceló tal Dirección y sus actividades de divulgación se reasignaron al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), precursor del INIFAP; las funciones de asistencia técnica se transfirieron a los distritos de riego y temporal. Durante el lapso comprendido de 1977 a 1979, los servicios de extensión llegaron a contar con 21 500 extensionistas, de los cuales 57 % se asignó a zonas de temporal.

Como resultado de la racionalización del aparato gubernamental iniciada en 1982, el Servicio de Extensión fue drásticamente reducido en 1985. Se decidió otra reorganización. Esta vez el servicio de asistencia técnica quedó incorporado en los nacientes distritos de desarrollo rural.

Hasta 1992 la asistencia técnica era proporcionada por 10 224 extensionistas y se pretendía que el Servicio Nacional de Extensión Agrícola quedase constituido con los 2 000 mejores técnicos de los Distritos de Desarrollo Rural.

Actualmente la SAGDR ha reformulado el concepto de extensión para recrear el Servicio Nacional de Extensión Agrícola como enlace con un servicio "privado" de asistencia técnica, el cual se administra en las Delegaciones Estatales. Tal servicio se organiza en los 193 Distritos de Desarrollo Rural y opera por medio de 2 000 "áreas de extensión agrícola" en las localidades.

Características de la extensión agrícola actual

- Es una actividad paralela a la investigación, en lugar de ser su lógica continuación.
 - Establece escasa o nula vinculación estructural y programática con el INIFAP en los ámbitos central, estatal y local.
 - Tiene una inadecuada organización, y en los estados las áreas administrativas y normativas predominan sobre la operativa.
 - Carece de presupuesto suficiente y oportuno. A pesar de varios apoyos crediticios internacionales para reforzar la capacitación de los extensionistas y mejorar el servicio, la SAGDR no ha podido aún mejorar su operatividad.
 - Nula diversificación de fuentes de financiamiento y virtual ausencia de los productores en la planeación y evaluación.
 - Insuficiencia de recursos humanos. Si se considera sólo la superficie sembrada con cultivos básicos, actualmente cada extensionista atendería anualmente de 10 000 a 15 000 hectáreas. Se tienen cubiertas hasta ahora sólo 372 de 2 000 áreas de extensión agrícola. El puesto de extensionista exige un perfil profesional definido.
 - Utiliza sólo el método de extensión "capacitación y visita" para atender una diversidad de condiciones agronómicas y socioculturales, y omite vínculos con el INIFAP.

La banca de fomento del sector, principalmente el Banrural, el Firco y los FIRA, en los últimos años han sustituido los programas de asistencia técnica integral por despachos y grupos de consultores independientes, conforme a un plan de subsidios en el que el productor, en forma impuesta por medio del crédito, absorberá paulatinamente el costo total de la asistencia técnica. Cabe indicar que este modelo aún no se reestructura en la presente administración.

A partir de 1993 y en algunos estados de la República, el estímulo para la innovación tecnológica que otorga el Firco empezó a canalizarse ya como parte del pago para la asistencia técnica, manejado por medio de la SAGDR, simulando la aportación del productor, lo que complica los trámites administrativos para pagar a los técnicos que prestan el servicio.

Este modelo de asistencia técnica "privada" resulta ser compulsivo porque está atado al crédito, es además selectivo y discriminatorio, pues menos de 15% de los productores y 25% de la superficie nacional sembrada tienen acceso al crédito institucional.³

³ C. Botey, "Ha caído paulatinamente el campo desde 1965", *Excélsior*, México, domingo 23 de mayo de 1995, 1a. sección, p. 9.

En cuanto a la capacitación de los extensionistas, destaca la participación del INIFAP con 283 cursos impartidos a 5 660 técnicos en 1990, así como la del Colegio de Postgraduados, con 106 ofrecidos en sus centros regionales para actualizar a 2 379 técnicos de la SAGDR durante de 1987 a 1989. Este esfuerzo de capacitación se ha continuado para preparar al personal que ofrece asistencia técnica "privada". De 1992 a la fecha se ha contado con el sistema tecnológico agropecuario de la SEP para capacitar y actualizar a los nuevos extensionistas.

Respecto a la capacitación de los productores rurales, prácticamente está desatendida. El INCA-Rural trató de instrumentar programas de asistencia técnica para el sector social, como el de Asistencia Técnica a Ejidos Marginados, que contrató a 540 extensionistas, pero que por su escaso presupuesto debió cancelarse. Actualmente se intentan realizar programas para desarrollar habilidades empresariales entre productores organizados.

Algunas referencias sobre la transferencia de tecnología agropecuaria

La interacción de la extensión con la investigación, como requisito para inducir el cambio técnico y el desarrollo de la agricultura, ha enfrentado serias restricciones para volverse realidad. Se han mencionado ya algunas en los casos del INIFAP y del Servicio Nacional de Extensión, pero también se presentan otros, más que para descubrir la problemática, para proponer o derivar sugerencias.

Blackenburg (1982) indica como limitantes de la extensión a la distribución de insumos y servicios con escasa coordinación interinstitucional, lo que se refleja en desenlace con la investigación y la educación.

Hulme (1983) señala ventajas y desventajas de la asistencia técnica privada. Incluye en lo primero al aumento de la producción en el corto y mediano plazos, y en lo segundo la desvinculación con los aspectos redistributivos del ingreso o con las metas del desarrollo rural, así como la concentración de esfuerzos en áreas potenciales, quedando todavía planteado el dilema: ¿productividad o desarrollo?

Chaudhry (1984) menciona que la adopción se puede estimular si las innovaciones ofrecen ventaja económica o social, son compatibles con la tecnología en uso, están al alcance de los recursos disponibles y son relativamente fáciles de usar.

Jarret (1985) considera que es el gobierno el que puede y debe estimular la innovación tecnológica. Por ejemplo, en el caso de la investigación privada, otorgando créditos blandos, la deducibilidad fiscal de las inversiones

en investigación, y agilizando el mecanismo de patentes. Para la investigación pública, aumentando el financiamiento operativo, otorgando salarios competitivos, equipando a sus centros de investigación, multiplicando o distribuyendo semillas o razas mejoradas, y otorgando subsidios para la adopción de innovaciones de interés prioritario.

Chaudhry y Al-Haj (1985) señalan como elementos limitantes de la extensión los bajos conocimientos técnicos y la escasa habilidad comunicacional del personal, lo cual se agudiza por la escasa liga del extensionismo con la investigación y la educación, todo lo cual podría superarse con la capacitación en servicio.

Kishore (1986) propone que la extensión se enfoque a metas productivas y que se adiestre a los agricultores mediante el método de aprender haciendo.

Pachico y Borbón (1987) señalan como “facilitadores” de la transferencia de tecnología y la adopción el suministro de insumos y el servicio de mercadeo, así como la percepción que el agricultor tenga de la ventaja comparativa de las innovaciones propuestas. Al respecto, por ejemplo, señalan que las prácticas de tratamiento químico de semillas o el registro de costos son escasamente adoptados porque no se percibe un beneficio derivado de su uso. En el mismo sentido se pronuncian Peterson *et al.* (1989) y el Colegio de Postgraduados (1995).

Monu (1988) propone que la extensión puede ser más eficaz si se adiestra a los productores con influencia, voluntad y con equipo para que participen como extensionistas locales, conforme a la filosofía de aprender haciendo y enseñar demostrando.

Simpson (1989) afirma que la extensión puede no requerirse cuando las innovaciones disponibles sean muy rentables, aunque es recomendable que la estación experimental generadora proporcione un adiestramiento o capacitación básica en el uso y manejo de la innovación, principalmente a grupos de productores líderes.

Con relación a los factores que influyen en el cambio, Lionberger y Gwin (1991) señalan las variables personales, situacionales, institucionales, conductuales y familiares, así como características específicas de la propia innovación (rentabilidad, compatibilidad, simplicidad, ensayabilidad y visualidad). Respecto a la transferencia, señalan que las estrategias se concentran principalmente en dos tipos divergentes que se centran, respectivamente, en llevar la innovación al usuario o esperar a que éste se acerque por ella; fomentar la participación o entregar el producto sin consulta previa; centrar las acciones en la gente o en la propia innovación; promover la adopción vía subsidios o esperar a que el mercado la fomente, e incluir como

extensionistas a personal profesional o adiestrar a productores locales.

Por su parte, Bonny (1992) señala como vectores del cambio técnico al flujo de insumos novedosos, las inversiones físicas en la granja, el acceso a información y la capacitación personal; como retardadores del cambio señala la edad avanzada, la baja escolaridad, el tamaño pequeño de la explotación y la escasa inversión física en la granja.

Fujisaka (1994) señala como elementos que favorecen la transferencia y la adopción, las políticas de apoyo a la innovación tecnológica, la participación del productor en el proceso y la coordinación institucional operativa.

De lo antes expuesto se desprende que los esfuerzos en materia de transferencia de tecnología podrán lograr su propósito si se adoptan estrategias con filosofía participativa; se dispone de innovaciones rentables, sencillas, y observables; se establecen servicios complementarios y coordinados para adiestrar a productores y proveerles de insumos; se emplean extensionistas profesionales, capacitados, con vocación, equipados, enlazados con centros de investigación o enseñanza; si el Estado y el mercado intervienen respectivamente subsidiando insumos y servicios o ejerciendo demanda por productos agropecuarios, y también si existe un mecanismo de financiamiento que permita el ahorro y la inversión en equipo e infraestructura en cada explotación individual.

Asimismo, cabe destacar que la transferencia de tecnología debe privilegiar en su accionar dos aspectos recientemente señalados en un foro nacional de difusión de tecnología para el desarrollo rural: la provisión o suministro de servicios de apoyo, como crédito, insumos y comercialización del producto, y la difusión de tecnologías adecuadas localmente que den prioridad a la conservación del suelo y la reducción de insumos y prácticas.⁴

PROPUESTA DE POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA FORTALECER LA GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

En la actualidad los organismos públicos con funciones de generación y extensión de tecnología:

- Presentan graves problemas de organización y vinculación entre sí y con el sector productivo.

⁴ Foro de consulta popular para el Desarrollo Rural, Puebla, México, 22 de abril de 1995.

- Utilizan de manera ineficiente sus recursos humanos, materiales y financieros.
- No han logrado diversificar sus fuentes de financiamiento.
- Carecen de mecanismos de planeación que permitan la convergencia de las distintas fases del proceso de innovación tecnológica.
- Requieren de promover la participación de los usuarios de la tecnología, tanto en la toma de decisiones como en el financiamiento de actividades.
- Precisan restituir su deteriorada credibilidad.
- Enfrentan la necesidad de fortalecerse y modernizarse como una condición esencial para contribuir significativamente a la revitalización del agro mexicano.

La SAGDR como cabeza del sector encargada de conducir la política nacional de desarrollo y fomento agropecuario y forestal, además de dictar políticas, lineamientos, normas y mecánica operativa, debe buscar y facilitar su instrumentación. Para ello, debe reforzar y/o, en su caso, establecer instancias y mecanismos de participación, con el propósito de concertar y coordinar acciones y programas específicos dirigidos a los sectores público, privado y social, incluyendo lo relativo a la generación, difusión y utilización del conocimiento tecnológico agrícola, considerando requisitos agroecológicos para una agricultura sustentable.

Por lo anterior, se propone institucionalizar un Sistema Nacional de Innovación Tecnológica Agropecuaria (SNITA) mediante la legislación y el financiamiento correspondiente para enlazar y coordinar a las instituciones de investigación y transferencia de tecnología.

Consolidación del Sistema Nacional de Innovación Tecnológica Agropecuaria (SNITA)

La investigación y la extensión deben enlazarse para conformar un *continuum* operativo que ayude a agilizar tanto la generación como la transferencia de innovaciones agropecuarias. A continuación se presentan algunos lineamientos estratégicos y acciones para lograr el propósito anterior:

- División del trabajo: que las acciones de generación de tecnología, conservación del suelo, extensión agrícola, crédito o asistencia técnica de los organismos dependientes o vinculados a la SAGDR sigan las políticas nacionales que se fijen; se desarrollen en áreas clasificadas según su potencial productivo, tomando en cuenta criterios edafoclimáticos, tecnología disponible, abasto de insumos, viabilidad social, mercado actual y potencial, y rentabilidad. Se recomienda utilizar la siguiente estratificación de áreas por potencial productivo:

– Áreas con alto potencial productivo, con cierta tecnificación, con excedentes económicos que permitan a los productores asumir en forma inmediata el costo de la asistencia técnica.⁵ Aquí se centralizaría el esfuerzo de asistencia técnica de la banca al campo, pues se abocaría directamente a los sujetos de crédito, como hasta ahora.

– Áreas con potencial productivo limitado, que con apoyo de crédito institucional, subsidios e inversión logren capitalizarse y producir a corto plazo excedentes que permitan a los productores absorber el costo del servicio de asistencia técnica a mediano plazo.

– Áreas de escasa potencialidad o marginales, con niveles productivos bajos que generalmente se enfocan al autoconsumo. Aquí los gobiernos federal y estatales deberían asumir el costo total de la asistencia técnica orientada al desarrollo rural.

- Integración de funciones: coordinación estrecha de las actividades de los organismos encargados de la generación y transferencia de tecnología.

- Optimización del uso y manejo de los recursos humanos, materiales y financieros: adoptar un esquema común de planeación y operación regional de las actividades sustantivas de generación de tecnología, extensión agrícola, asistencia técnica y organización de los productores.

- Participación efectiva de los productores: por medio de sus organizaciones, en actividades de planeación y evaluación, financiamiento de la innovación tecnológica y de la asistencia técnica.

Apoyos a la generación de tecnología

Límites de acción administrativa y financiera. Se hace indispensable que el INIFAP o las instituciones de investigación tengan autonomía operativa y financiera, ya que de continuar con las actuales restricciones,⁶ México será

⁵ Este es otro ejemplo de que se requiere continuidad de las políticas gubernamentales (Programa de Modernización del Campo) y reevaluar los aciertos, corregir rumbos y resolver problemas y errores. De acuerdo con la normatividad de la SAGDR, para la contratación y operación del servicio de asistencia técnica privada, se ha logrado desconcentrar en cierta medida este servicio por tratarse de la agricultura en áreas con mayor acceso al riego o buen temporal, a la tecnología y al crédito.

⁶ México destina menos de 1% del PIB agrícola a investigación, en comparación con los países desarrollados que dedican más de 2%. Estudios recientes de competitividad del sector agropecuario durante los años noventa señalan que la ingeniería genética y la biotecnología podrían cambiar la matriz de oportunidades de comercio internacional de alimentos de México.

más dependiente en su desarrollo tecnológico e incapaz de generar tecnología de punta. Se debe recordar que la investigación es elemento fundamental para el desarrollo de la agricultura, pero debido a la naturaleza biológica de los procesos productivos, la transferencia de tecnología se dificulta, pues no sólo requiere adecuarse local y regionalmente, sino de una entidad a otra.

Formación de la masa crítica. Término originalmente acuñado en la física atómica, se relaciona con la capacidad humana básica para no perder competitividad en la generación de ciencia o tecnología de punta. Requiere que en función de prioridades, se establezcan los equipos mínimos de trabajo que por su número, especialización y recursos para operar aseguren dividendos positivos en su inversión, lo que implica que debe seguirse apoyando la formación de investigadores con posgrado con el máximo nivel de excelencia posible.

El INIFAP o los centros de investigación tendrán que evitar diluir esfuerzos en subprogramas para concentrarse en los que, por su relevancia económica y social, deba financiar el sector público. Para actividades muy rentables deberán prepararse programas y proyectos con participación central de productores a fin de precisar los montos y los tiempos en que tendrán que presentarse los resultados. En esta forma la participación federal podría disminuir y paulatinamente la de los productores aumentaría. La asignación actual del presupuesto en el INIFAP se efectúa por medio de los centros regionales, mientras que la planeación y programación de actividades se realiza por programas, departamentos y proyectos.

Hay un desfase entre el proceso de planeación financiera y el de actividades, lo que limita la posibilidad de justificar el financiamiento solicitado y de defender las propuestas de investigación en términos de prioridades nacionales.

Por ello, se propone establecer un subsistema de planeación con las siguientes funciones:

- Analizar políticas y estrategias, tanto de la SAGDR como de los estados a fin de incorporarlas en las del INIFAP y otros centros de investigación agropecuaria.

y que la contracción en cultivos como sorgo, arroz y soya, debido a que es más barato importar que expandir la agricultura nacional, se debería en parte al rezago tecnológico, el cual podría modificarse con un cambio radical en la canalización de recursos a la investigación; aún así, habría que esperar un decenio para lograr cambios importantes (Schwedel, 1992).

- Desarrollar la capacidad de planeación estratégica.
- Establecer el procedimiento y los mecanismos e instrumentos para elaborar programas, proyectos y presupuestos del plan nacional de investigación agropecuaria.
 - Capacitar científica, tecnológica y administrativamente tanto a investigadores como a personal de apoyo técnico y administrativo, conforme a las necesidades de los programas prioritarios.
 - Proveer instrumentos y mecanismos para coordinar programas y acciones entre el INIFAP y las Unidades Estatales de Investigación y Transferencia de Tecnología (UEITT, propuestas adelante).
 - Realizar estudios y diagnósticos que permitan orientar la investigación, de acuerdo con las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de los productores.
 - Evaluar y dar seguimiento a los programas y proyectos de investigación.
 - Formular estrategias y acciones para establecer vínculos con otros centros nacionales de investigación y con los organismos de cooperación técnica internacional.

Vincular la generación de tecnología con la extensión y la asistencia técnica. Establecer medidas para que la tecnología que se genera se transfiera a los productores. Para ello se propone proceder a:

- Determinar claramente las poblaciones objetivo y las categorías de usuarios inmediatos.
- Definir y establecer programas de validación y difusión de tecnología en forma conjunta entre los cuerpos técnicos directivos de la extensión agrícola y la banca comercial y de fomento, dando mayor importancia a los aspectos económicos (precios de insumos, posibilidades de producción, nivel de productividad y demanda de los mercados nacional e internacional).
- Desarrollar procedimientos, mecanismos e instrumentos para que la investigación interactúe con la extensión, incluyendo la determinación de las demandas de tecnología; la información del desempeño agronómico y económico de las innovaciones; la incorporación de tal información en los programas específicos, y la selección de los métodos más apropiados para transferir la tecnología.

Apoyos a la extensión y a la asistencia técnica

La SAGDR, con apoyo del Firco y los FIRA, ha realizado esfuerzos para reducir al personal sin función directa operativa en campo, y seleccionar y capacitar a los técnicos a nivel profesional que constituirán la base del

subsistema de extensión agrícola en escala nacional.⁷ Ha logrado descentralizar gran parte de la asistencia técnica mediante la formación de despachos y el registro de técnicos como asesores. Pero este programa de “privatización” aún requiere apoyos logísticos y financieros para consolidarse. Por ello deben apoyarse la extensión y la asistencia técnica.

Adecuación de la transferencia de tecnología a la heterogeneidad productiva nacional. Uno de los obstáculos para lograr un servicio eficaz de transferencia de tecnología es la falta de un modelo que considere la heterogeneidad de las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de la agricultura, por lo que se propone adoptar elementos de varios modelos para abordar las necesidades específicas de la agricultura tanto moderna como tradicional; asimismo, que de los modelos de transferencia de tecnología existentes se generen otros que incorporen selectivamente aspectos apropiados para cada tipo de agricultura. Se sugiere revisar los modelos de asistencia técnica “participativo” y “contractual” actualmente en uso.

A partir de un modelo mixto podría incluirse uno específico para áreas marginales de escasa potencialidad, en las que no es posible inducir al productor a participar en programas de costos compartidos. En estas áreas el gobierno debería seguir financiando el trabajo de los extensionistas, con fines de desarrollo.

Función y responsabilidad de los extensionistas. Se debe liberar a los agentes de cambio de las tareas de recopilar estadísticas para que puedan centrar su interés en:

- Vincularse directamente con actividades e instituciones de generación y validación de tecnología.
- Trabajar con organizaciones de productores respecto a requerimientos de tecnología.
- Vincularse con agencias proveedoras de insumos y con los mercados de productos.
- Centrar su acción en capacitar y suministrar asesoría técnica preferentemente a grupos organizados.

⁷ Se pretende seleccionar a 2 000 profesionales (de 10 000 técnicos y administrativos habilitados como personal de campo) altamente capacitados para que cubran cada uno alrededor de 10 000 ha con asistencia técnica, con un ingreso más atractivo y mejores condiciones de trabajo e incentivos. Hasta fines de los ochenta existían 43 “extensionistas” por distrito, de los que sólo 25% calificaba como personal competente. En julio de 1993, la SAGDR había registrado 187 despachos y a 2 747 asesores externos.

Selección y retención del personal. Identificar a los técnicos que hayan sido capacitados en los diversos programas a fin de retenerlos en el programa que seleccionará a los mejores profesionistas con que cuenta la SAGDR o proponerlos a las asociaciones de productores para su contratación.

Una vez que el servicio de extensión se haya redimensionado, podría considerarse una nueva escala salarial que garantice dedicación de tiempo completo y compromiso de servicio entre los extensionistas.

Se recomienda ampliar y mejorar los apoyos que se proporcionen a los técnicos que superen metas de producción y productividad, organización para el desarrollo, o acciones que mejoren el ingreso o el bienestar de los productores. Dentro de este programa podría determinarse qué estímulos aportarían el gobierno federal, los gobiernos estatales y los productores.

Estímulos para la innovación tecnológica agropecuaria

La innovación tecnológica y en particular la asistencia técnica no se pueden concebir aisladas del mercado, los insumos y el crédito, o de un programa de subsidios. A este respecto, conviene destacar que los estímulos deben:

- Elevar la productividad mediante la inducción del proceso de innovación tecnológica apropiado a las circunstancias agroecológicas y socioeconómicas de los productores.
- Apoyar la reconversión productiva de acuerdo con la dotación de recursos y al acceso al mercado, tratando de aprovechar al máximo las ventajas comparativas de los productores.
- Identificar y caracterizar a los estratos de productores que recibirán el apoyo a fin de asegurar la compatibilidad de las tecnologías susceptibles de ser apoyadas.
- Incentivar el enlace y la coordinación del personal de los organismos públicos y privados encargados de la organización y capacitación de los productores o de generar y transferir tecnologías agropecuarias.
- Desarrollar y conservar los vínculos de calidad entre las instituciones y los productores organizados.
- Estimular al personal de las administraciones regional y local que contribuyen a que el programa de compensaciones sea eficaz y eficiente.

Creación del Sistema Nacional de Innovación Tecnológica Agropecuaria (SNITA)

Se propone la creación del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agrícola, Pecuaria y Forestal (SNITA), cuya misión se enfocaría a asegurar:

- La integración y coordinación funcional (no administrativa) de las actividades de las instituciones públicas y privadas relacionadas con la generación, validación, difusión y utilización del conocimiento científico y tecnológico, agrícola, pecuario y forestal, incluyendo a las organizaciones de productores, al INIFAP, las universidades e institutos de enseñanza superior e investigación agrícola, el Conacyt, la extensión agrícola, y la asistencia técnica "privada".

- La planeación regional con participación de los usuarios potenciales del sistema: ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios, minifundistas, productores empresariales y agroindustriales.

- La complementariedad e impulso de actividades e inversiones conducentes a la modernización científica y tecnológica del campo.

- Mejorar el nivel de coordinación entre los organismos dependientes de la SAGDR y de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en lo referente a los efectos ecológicos de las actividades agropecuarias. El SNITA se encargaría de fomentar y financiar investigaciones agroecológicas para la producción agropecuaria sostenible. Cabe destacar que los problemas ecológicos muchas veces trascienden los límites de las explotaciones individuales, por lo que deben ofrecerse incentivos oficiales para su manejo y control regional.

- Fomentar y financiar la transferencia de tecnologías que permitan a los productores enfrentar los problemas agroecológicos que entraña la producción agropecuaria. El beneficio derivado de las prácticas ecológicas se extiende tanto a la sociedad como a las generaciones futuras, por lo que deben establecerse incentivos especiales para promover su adopción entre los productores.

- Establecer mecanismos para identificar prioridades, distribuir responsabilidades y concertar acciones entre los componentes del SNITA.

La integración y coordinación funcional (no administrativa) del Sistema debe concretarse en un Núcleo Central con capacidad normativa, que elabore propuestas de política nacional sobre tecnología agropecuaria y promueva y supervise el funcionamiento del propio SNITA. Esto implica, la creación de mecanismos de vinculación interinstitucional y con el sector productivo, así como reformas estructurales y programáticas, medidas que se centrarían en el INIFAP, el Servicio de Extensión Agrícola y la asistencia

técnica “privada”, por ser éstos los que concentran el presupuesto, los recursos humanos, la experiencia y la cobertura nacional.

El Núcleo Central estaría integrado por un equipo técnico de alta calificación profesional, conocimiento del Sistema y formación en disciplinas como agroecología, economía agrícola, administración de la innovación tecnológica, extensión agrícola y, según el caso, por las organizaciones de productores. Las funciones del Núcleo Central serían:

- Planificar, programar y realizar estudios sobre la problemática agropecuaria y forestal susceptible de resolverse por medios tecnológicos, conforme a las políticas de las respectivas instancias gubernamentales.
- Determinar prioridades nacionales para el SNITA, de acuerdo con las necesidades y objetivos de las localidades, los estados y los tipos de productores.
- Identificar, a partir de políticas y prioridades, los rubros que deberán atender los programas nacionales, y determinar sus posibilidades para realizar proyectos con otras de financiamiento.
- Instalar Unidades Estatales de Investigación y Transferencia de Tecnología (APF, cuyas funciones y apoyos específicos se proponen adelante) y promover su vinculación y articulación con el Núcleo Central y con los productores y organismos estatales relacionados con la generación, validación y difusión de tecnología.
- Analizar y asesorar en todo el territorio nacional la conveniencia de los programas de investigación frente a las necesidades y problemas por resolver. Los programas nacionales de innovación tecnológica serían modalidades operativas centradas en la solución de problemas específicos de rubros productivos o de circunstancias agroecológicas prioritarias.
- Identificar fuentes alternativas de financiamiento nacionales e internacionales, para los programas y proyectos de interés nacional y estatal, así como determinar los mecanismos de colaboración principalmente con entidades de productores, universidades, organizaciones no gubernamentales, centros nacionales e internacionales de investigación y empresas privadas.
- Definir políticas para el desarrollo tecnológico conforme lo requiera la superación del sector agropecuario del país, mismas que deberán partir de diagnósticos sobre las necesidades, limitantes y potencialidades de la agricultura y ser congruentes con las prioridades de concentración de esfuerzos y desarrollo de recursos institucionales. Estas políticas y prioridades orientarían a las distintas entidades públicas e indicarían posibilidades de concertar actividades con organizaciones privadas.

Apoyos al Núcleo Central. Para realizar sus funciones, el Núcleo Central se sustentaría en:

- Unidades Estatales de Investigación y Transferencia de Tecnología (descritas adelante).
- Programas nacionales de investigación en rubros o problemas agroecológicos prioritarios (para el desarrollo de la agricultura nacional) que trasciendan el ámbito estatal y que articulen acciones entre distintos organismos y servicios estatales.
- Financiamiento otorgado por la Federación y el SNITA.

Vinculación y financiamiento del sistema con la estructura del gobierno federal. El Núcleo Central constituye el elemento sustancial para operar el arreglo institucional. Por su carácter directivo, el sistema propuesto debiera ubicarse en la estructura del gobierno federal.

Por su naturaleza sectorial, el Sistema debe localizarse en el ámbito de la SAGDR para estar dentro de la competencia del Secretario, de tal forma que puedan participar los subsecretarios y las dependencias en áreas de su competencia. Esto se sustenta en la necesidad de preservar la supervisión y el control por parte de la Secretaría para evitar fragmentar las políticas sectoriales y restringir la laxitud de las decisiones de las unidades integrantes. Por el carácter político-normativo y el ámbito nacional en su competencia y actividades, el Núcleo Central debiera ser financiado por el gobierno federal.

Las Unidades Estatales de Investigación y Transferencia de Tecnología

Se requiere establecer Unidades Estatales de Investigación y Transferencia de Tecnología (UEITT), como elementos constitutivos del SNITA, las cuales tendrían la responsabilidad de coordinar las actividades de investigación y transferencia de tecnología en el ámbito de cada estado y servir de enlace con el Núcleo Central. Cada Unidad Estatal promovería la formulación de programas interinstitucionales con escuelas y facultades agropecuarias locales o dependencias de la SAGDR, Secretaría de Educación Pública, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y gobierno estatal, resaltando el uso eficiente de los recursos disponibles.

Funciones. Las UEITT realizarían las siguientes funciones:

- Planear y efectuar de actividades según los lineamientos del Núcleo Central del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología, debiendo comprender la identificación de instituciones, mecanismos y usuarios que participan en la generación y la transferencia de las innovaciones tecnológicas, la asignación y distribución de tareas, y formas de complementación y coordinación.

- Los proyectos con financiamiento externo que se ejecutan en una entidad federativa determinada formarían parte de los programas de tales Unidades para integrar esfuerzos y evitar duplicidad de acciones.

- Basar la planeación y programación en diagnósticos estatales de su realidad tecnológica agrícola (elaborados en el ámbito local con recursos propios o mediante acciones concertadas con instituciones del ámbito de acción). La resultante identificación de necesidades y prioridades sería un aporte a la planeación y la programación.

- Ajustar actividades a los programas estatales integrados por proyectos originados como componentes de programas nacionales con ejecución asignada por el Núcleo Central con o sin financiamiento del Núcleo Central, o de la identificación de necesidades del interés exclusivo de la entidad federativa, en cuyo caso el financiamiento sería exclusivo del presupuesto estatal o gestionado en este ámbito.

- Coordinar y supervisar programas encargados por el Núcleo Central del SNITA que trasciendan el ámbito estatal; ello significa que las Unidades realizarían actividades de planeación, programación, coordinación y apoyo vinculadas a programas nacionales de investigación, contando con financiamiento del Núcleo Central y/o presupuesto del estado.

- Apoyar, programar, supervisar y coordinar las actividades de validación y transferencia de tecnología en escala estatal, según el tipo de innovación tecnológica, la institución generadora y los recursos disponibles.

- Proveer apoyo técnico y capacitación a los agentes de extensión de la SAGDR y de otros organismos de asistencia técnica públicos y privados que actúen en la entidad federativa.

- Lograr la vinculación entre las organizaciones de productores y los diferentes organismos estatales involucrados en las actividades sustantivas, respecto a concertar acciones y complementar recursos; celebrar convenios para ejecutar proyectos de extensión y transferencia; promover financiamiento local para la ejecución de proyectos, e inducir la transferencia (a productores y entidades públicas o privadas vinculadas al desarrollo agropecuario forestal) de los resultados alcanzados por los distintos proyectos estatales y/o nacionales.

Financiamiento. Las Unidades Estatales ejecutarían sus propios programas y proyectos, apoyadas con financiamiento local, proporcionado por el gobierno estatal, organizaciones rurales o empresas privadas.

Se buscaría a mediano plazo que los recursos proviniesen exclusivamente de fuentes locales, con el propósito de que los fondos extraestatales o del Núcleo Central se asignasen a atender las zonas agrícolas con escasa capacidad financiera o que constituyan prioridades nacionales de conservación de recursos naturales.

Composición y responsabilidades. La Unidad Estatal de Investigación y Transferencia de Tecnología (UEITT) atendería funciones de diagnóstico, programación, vinculación interinstitucional y articulación INIFAP-extensión en coordinación con el Núcleo Central. Estaría constituida por el Delegado y los subdelegados de la SAGDR en el estado y por un representante de escuelas, facultades e institutos que realicen actividades de enseñanza e investigación agropecuaria y forestal en la entidad; habría un interés especial en las instituciones dependientes de la SAGDR, la SEP y los gobiernos estatales.

Equipos de validación y transferencia de tecnología

Las Unidades Estatales estarían apoyadas por Equipos de Validación y Transferencia de Tecnología conformados por grupos de investigadores y extensionistas ubicados en las 2 000 áreas de extensión agrícola de la SAGDR, contando con el apoyo de los campos experimentales del INIFAP y/o de las diferentes instituciones de enseñanza-investigación agropecuaria. Estos equipos se sustentarían en recursos del SNITA o de las propias Unidades, de acuerdo con la importancia de las actividades específicas agrícolas, pecuarias y forestales del área de influencia. Tales equipos enlazarían al personal de asistencia técnica privada y/o oficial con las instituciones relacionadas con el desarrollo del sector. Sus actividades serían básicamente de investigación adaptativa de las tecnologías disponibles, según las condiciones agroecológicas y socioeconómicas locales.

También realizarían actividades relacionadas con la promoción de la difusión y utilización de la tecnología generada en los propios Campos Experimentales o por dependencias participantes en las Unidades Estatales o en el Núcleo Central del SNITA.

Contarían al menos con la capacidad material para disponer de información sobre tecnologías disponibles en los programas y servicios estatales o nacionales; convocarían a las organizaciones estatales que participan en

el desarrollo tecnológico a preparar materiales y cursos dirigidos a los técnicos de las organizaciones estatales. Funciones:

- Elaborar, junto con extensionistas e investigadores del ámbito estatal, los diagnósticos por zonas de extensión, del área de influencia de los centros de investigación.
- Realizar las pruebas de validación de nuevas tecnologías en áreas de influencia de las estaciones experimentales.
- Proporcionar información a los investigadores sobre las opiniones y experiencias de los usuarios en las pruebas de validación.
- Apoyar a los extensionistas para que elaboren los documentos y audiovisuales para la asistencia técnica y las actividades con los productores.
- Informar a las instituciones de fomento, crédito, asistencia técnica privada y de costos compartidos, acerca de avances, problemas y potencial en materia de innovación tecnológica.

COMENTARIO FINAL

La propuesta aquí elaborada requiere de las estructuras, recursos y avances que al respecto han establecido u obtenido las diferentes instituciones comprometidas con la innovación tecnológica agropecuaria. Esto implica una definición de política nacional que establezca las prioridades para atender a los diferentes estratos de productores arraigados en las diferentes áreas agroecológicas del país, a fin de especificar si la innovación tecnológica deberá enfocarse a elevar la producción y la productividad en áreas con alto potencial y/o inducir el desarrollo rural de las áreas marginadas. En cualquier caso, se necesita el apoyo del Estado para superar el rezago en el que ha estado inmerso el campo mexicano durante los últimos 15 años.

LITERATURA CITADA

- Bonny, S. (1992), "Ongoing technical change on farm holdings in a developed country, France. A survey on its vectors, its nature, and the farmers concerned", *Agricultural Systems*, núm. 38, pp. 75-103.
- Blackenburg, P. von (1982), "Basic concepts of agricultural extension in developing countries", *Agricultural Administration*, núm. 10, pp. 35-43.
- Chaudhry, M.A. (1984), "Resistance to change: fact or fiction? A study in selected areas of Punjab", *Agricultural Administration and Extension*, núm. 16, pp. 131-143.

- y F.M. Al-Haj. (1985), "A critical analysis of agricultural education and extension in developing countries", *Agricultural Administration*, núm. 20, pp. 169-186.
- Colegio de Postgraduados-SARH (1995), *Adopción de tecnología de producción de maíz en el Estado de México*, Cholula, Puebla, Centro Regional Puebla.
- Doorman, F. (1988), "Linkages between research, extension, and farmers: the case of rice in Dominican Republic", *Agricultural Administration and Extension*, núm. 30, pp. 401-410.
- Farret, F.G. (1982), "Location specificity, critical mass and allocation of resources to agricultural research", *Agricultural Administration*, núm. 11, pp. 49-65.
- Fujisaka, S. (1994), "Learning from 6 reasons why farmers do not adopt innovations intended to improve sustainability of upland agriculture", *Agricultural Systems*, núm. 46, pp. 409-425.
- Hulme, D. (1983), "Agricultural extension: public service or private business?", *Agricultural Administration*, núm. 14, pp. 65-79.
- Jarret, F.G. (1985), "Sources and models of agricultural innovations in developed and developing countries", *Agricultural Administration*, núm. 18, pp. 217-234.
- Kishore, D. (1986), "An alternate strategy for the transfer of technology with reference to India", *Agricultural Administration*, núm. 21, pp. 197-204.
- Lightfoot, C. (1987), "Indigenous research and on-farm trials", *Agricultural Administration and Extension*, núm. 24, pp. 79-89.
- Lionberger, H.F. y P.H. Gwin (1991), *Technology transfer: from researchers to users. A textbook of successful research extension strategies used to develop agriculture*, University of Missouri.
- Monu, E.D. (1988), "Indigenous specialists in agriculture: The IIRR experience", *Agricultural Administration and Extension*, núm. 29, pp. 221-237.
- Pachico, D. y E. Borbón (1987), "Technical change in traditional small-farm agriculture: The case study of beans in Costa Rica", *Agricultural Administration*, núm. 26, pp. 65-79.
- Peterson, W.E. *et al.* (1989), *Agricultural technology system in Mexico*, Urbana, University of Illinois.
- Röling, N. (1986), *Target groups and agricultural extension. International Course on rural extension*, Wageningen, Agricultural University, Background Document.
- Simpson, I.G. (1982), "Are agrobureaucracies essential? The need for direct farmer research links", *Agricultural Administration*, núm. 9, pp. 211-220.

ANEXO 1

FORO DE EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL

Preguntas para la discusión:

- ¿Conocen las instituciones de investigación agrícola a su clientela, por regiones o por estratos de productores o por cultivos producidos?
- ¿Deben asignarse prioridades a los productores con potencial económico o a los de subsistencia para que mejoren sus niveles de nutrición o desarrollo?
- ¿Deben generarse prácticas de producción sustentables de baja rentabilidad o intensivas de alta rentabilidad?
- ¿Cómo involucrar a la sociedad rural en el desarrollo tecnológico agropecuario?
- ¿Hasta dónde debe plantearse el alcance de la investigación privada y pública?
- ¿Cuál es la posibilidad de uso de tecnologías de punta, como biotecnología e informática?
- ¿Qué tan eficiente ha sido la extensión basada en el enfoque de paquete tecnológico?
- ¿Qué papel deben desempeñar las organizaciones de productores en la transferencia de tecnologías disponibles?
- ¿Pueden alternarse enfoques de extensión privada y pública?
- ¿Qué medios y técnicas de extensionismo han sido históricamente más eficientes?
- ¿Qué tanto se aprovechan las lecciones foráneas de transferencia de tecnología?

*Cuernavaca, Morelos,
5 y 6 de marzo de 1995*

ANEXO 2

FORO DE CONSULTA POPULAR SOBRE DESARROLLO RURAL

Mesa de Difusión Tecnológica

Conclusiones:

1. México requiere de manera urgente de un sistema de generación, transferencia y utilización del conocimiento científico que coadyuve a la modernización y competitividad del sector, con un enfoque sostenible.

2. Dicho sistema debe considerar la vinculación y el trabajo estrecho entre los subsistemas de educación agropecuaria, la investigación científica, los servicios de extensión y el apoyo a la producción agropecuaria y de los propios productores.

3. Uno de los elementos fundamentales para el desarrollo rural es la capacitación, cuya finalidad debe considerar la actualización y el adiestramiento del cuerpo de académicos, investigadores, extensionistas y productores que incurren en el sector.

4. Se debe revisar y establecer un sistema y programa de capacitación en los diversos niveles, que dé respuesta inmediata a los productores, extensionistas, académicos e investigadores, en cuanto a sus necesidades inmediatas y al mediano y largo plazos de adiestramiento en el dominio de nuevas tecnologías y conocimientos complementarios.

5. Se requiere el fortalecimiento del sistema de investigación como una fuente de conocimientos, siendo el proveedor de la tecnología demandada por los productores el que a corto y mediano plazos permita incrementar la productividad, rentabilidad y sustentabilidad de las unidades de producción.

6. El desarrollo tecnológico deberá ser acorde con las condiciones y necesidades de los productores, por lo que la investigación debe regirse por las necesidades reales de los productores y de sus predios para su transferencia mediante la capacitación.

7. Es indispensable que el sistema de difusión de tecnología sea fortalecido y trabaje fuertemente en acciones que permitan acrecentar la adopción de tecnología y consecuentemente los beneficios económicos y sociales derivados de la aplicación de la tecnología.

8. La formación profesional de los asesores debe considerar el adiestramiento permanente en el servicio, con el fin de proveer herramientas a los mismos para el mejor desempeño de su trabajo.

9. Las instituciones que representan los apoyos para la producción, como es el financiamiento, el abasto de insumos, la propia asistencia técnica y el sector privado comercial, deben trabajar en forma coordinada, de tal forma que la difusión de la tecnología cuente con los aceleradores del desarrollo en forma suficiente y oportuna.

10. Los planes y programas que se establezcan para la capacitación y difusión tecnológica, deben adecuarse a las condiciones sociales, económicas, físicas y biológicas de las unidades de producción.

11. Las acciones de difusión tecnológica deben considerar y aplicar las tecnologías tendientes a conservar los recursos naturales y a obtener una producción sostenible.

12. Se requiere una mayor acción en actividades de difusión tecnológica de parte de los extensionistas, y reducir al mínimo las actividades de carácter burocrático.

13. Evaluación real y en campo de planes y programas de capacitación y difusión para acrecentar la presencia de los extensionistas en el campo y dar pauta así a una mayor adopción de tecnología.

14. Revisar experiencias y metodologías de capacitación a fin de establecer un sistema único nacional considerando la experiencia y las lecciones del Gavatt, de los Centros Regionales del Colegio de Postgraduados y otras instituciones de enseñanza-investigación, instituciones educativas, y organizaciones de servicio, públicas y privadas.

*Puebla, México,
22 de abril de 1995*

CONDICIONES PARA LA INTEGRACIÓN DE LA CADENA PRODUCCIÓN-CONSUMO EN LA AGRICULTURA MEXICANA

Manrubio Muñoz Rodríguez*
V. Horacio Santoyo Cortés*

PRESENTACIÓN

Al igual que en sexenios anteriores, en el actual se ha insistido mucho en la necesidad de desarrollar los mercados regionales a fin de evitar el “turismo” de productos agropecuarios y forestales y por consiguiente mejorar la eficiencia productiva y comercial regional.

Si para los planificadores oficiales la creación de mercados regionales significa que en cada región se desarrolle todo el ciclo de producción-circulación-consumo, entonces se está cayendo en el terreno de la utopía, simplemente porque en la realidad la ubicación física de la cadena producción-consumo, así como los agentes que controlan cada una de estas fases, no se circunscribe a una región en particular.

Ello no quiere decir que sean justificables algunos casos absurdos de “turismo agropecuario”, como el que sucede con el ganado vacuno y algunos hortofrutícolas, sino que técnica y económicamente no siempre es posible y conveniente realizar todo el proceso en una sola región. Por ejemplo, en muchas ocasiones es preferible ubicar la fase de transformación agroindustrial cerca de la zona de consumo en vez de la zona de producción, o viceversa.

Realmente, el verdadero problema del “turismo agropecuario” radica no en el turismo en sí, sino en las condiciones en que se realiza. Un par de ejemplos podrían ayudar a clarificar este aspecto.

Resulta más que imposible, además de ilógico, pensar que el Distrito Federal y su área metropolitana —por mucho las principales zonas de consumo del país— puedan producir, sacrificar y empacar la totalidad de la carne de bovino que consumen, de tal suerte que estas zonas tendrán que

* Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y la Agroindustria Mundial de la Universidad Autónoma de Chapingo.

acostumbrarse a recibir “carne turista” de otras regiones del país. Sin embargo, no es lo mismo que dicha carne ingrese en forma de canal o en cortes, que en forma de ganado en pie. Esta última opción significa considerables mermas por traer el ganado en pie desde Veracruz o Chiapas, deterioro de la calidad y elevación de costos por el excesivo intermediarismo, algo que se podría evitar con la primera opción, es decir, si la carne ingresa en canal o empacada. Para que esto último suceda se requiere que los productores de ganado, los rastros y empacadoras TIF (Tipo de Inspección Federal) de Veracruz, por ejemplo, se integren y negocien de común acuerdo precios y condiciones de abasto.

Otro ejemplo podría ser el caso del tomate rojo. Al igual que en el caso de la carne, también resulta imposible pensar en que el Distrito Federal y su área metropolitana puedan lograr su autosuficiencia regional en esta hortaliza. Esto quiere decir que el ingreso de tomate de Sinaloa, principal estado productor de México, seguirá siendo necesario para satisfacer las necesidades de la población. Sin embargo, no es lo mismo que el productor de tomate corte y empaque en “cajas morteras” en el mismo campo, las estibe en un camión *torton* de redilas y luego se aventure a la central de abastos del Distrito Federal, Puebla, Guadalajara o Monterrey, a ver a quién le vende, a que ese mismo productor negocie previamente con un bodeguero o un supermercado el volumen y precio, luego corte, en seguida lave, clasifique, encere y empaque en las instalaciones de una empacadora, enviando después el producto hacia su destino final en camiones refrigerados.

En el primer caso el productor puede provocar un problema de salud si días antes del corte había fumigado; puede sucederle que durante el traslado el producto se le pudra debido a la ausencia de circulación de aire causado por una mala estiba; tendrá que pagar la tradicional “mordida” para obtener un amparo a fin de sacar el producto del estado sin previa certificación, además de las que tenga que pagar en la ciudad de destino, y, finalmente, queda expuesto a que ninguno de los cinco o seis bodegueros que monopolizan la comercialización en las centrales de abasto le quiera comprar el tomate a un precio que siquiera le permita cubrir los costos de producción y transportación. En estas circunstancias tendrá que decidir entre malbaratar su producto, regalarlo, tirarlo o incluso pensar en el absurdo de regresarlo a la zona de origen.

LA DESINTEGRACIÓN DE LAS CADENAS AGROINDUSTRIALES

Fue en el sexenio 1988-1994 cuando se le dio mayor importancia a la necesidad de integrar cadenas productivas en la agricultura mexicana, o lo que es lo mismo, asociar a los empresarios agroindustriales con los productores rurales. Para ello se realizaron profundas transformaciones al marco jurídico agrario vigente, siendo las más importantes las modificaciones al artículo 27 constitucional y la promulgación de la nueva Ley Agraria. Se suponía que la competitividad futura del agro dependería de la capacidad y habilidad que desplegaran los productores rurales, sobre todo los minifundistas, para compactar superficies que permitieran alcanzar las economías de escala que reclama la moderna unidad agropecuaria y forestal, y que este proceso de compactación podría facilitarse y acelerarse si se establecían asociaciones o alianzas con inversionistas privados que aportaran capital, tecnología y canales de comercialización en un marco de relaciones respetuosas y equitativas.

No obstante el supuesto optimismo que despertaron las modificaciones al marco jurídico agrario, en muy poco tiempo se cayó en la cuenta de que las posibilidades de asociación en el campo mexicano eran muy reducidas, no sólo por la arraigada desconfianza prevaleciente entre agroindustriales y productores o por la incapacidad institucional para promoverlas, sino también por las dificultades de establecer relaciones basadas en la complementariedad y el beneficio mutuo. Y es que cuando no existen condiciones para que cada parte adopte lo que a la otra le hace falta y necesita, entonces las alianzas carecen de sentido.

En efecto, la apertura unilateral de la economía y el mantenimiento simultáneo de un tipo de cambio sobrevaluado, el virtual retiro del Estado de la compra de cosechas y abastecimiento de insumos, así como la drástica contracción de los servicios de crédito y seguro, evidenciaron la incapacidad de la producción primaria para integrarse a la lógica de una cadena agroindustrial que exige calidad, oportunidad, continuidad y precio. Es decir, se manifestó un evidente desfase entre lo que el agroindustrial y el comerciante requieren para poder competir con los productos importados y lo que los productores pueden ofrecerles.

La manifestación más contundente de la desarticulación entre la agroindustria final e intermedia y la producción primaria la constituye el comportamiento deficitario de la balanza comercial agropecuaria y agroalimentaria, lo cual significa que el efecto de arrastre que la agroindustria debería provocar por el lado de la demanda sobre la producción agrícola nacional, sólo se realiza parcialmente, toda vez que el comerciante y el

consumidor han preferido los productos importados con alto valor agregado (gráfica 1).

CONDICIONES PARA LOGRAR LA INTEGRACIÓN DE LAS CADENAS AGROINDUSTRIALES

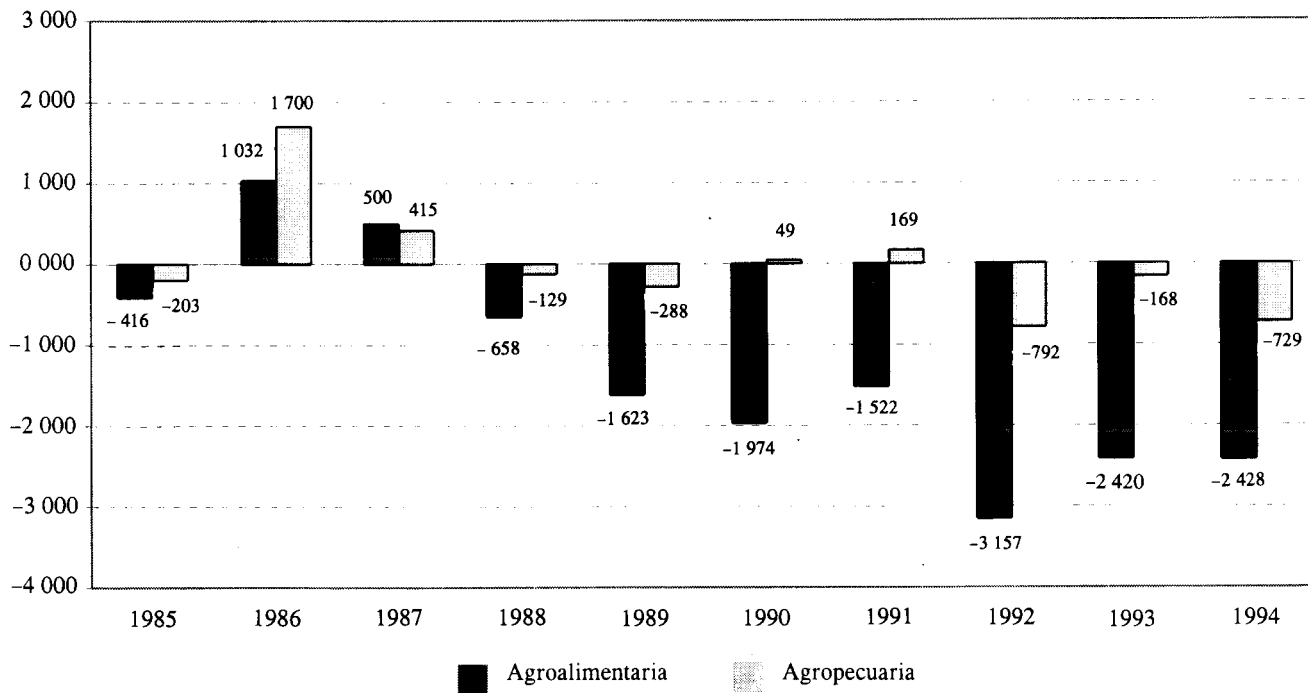
Para que ocurran las alianzas entre los agentes que participan en las cadenas agroindustriales —productores primarios por un lado, y agroindustriales y comerciantes por otro—, es necesario la existencia de complementariedad y beneficio mutuo. Esto es, cada una de las partes deberá estar en posibilidades reales de adoptar lo que a la otra le falta y necesita. A su vez, esto exige la ocurrencia de una serie de condiciones que competen tanto al Estado y sus instituciones como a los agentes directamente involucrados.

Con fines didácticos, se procederá a separar dichas condiciones en dos grandes niveles: las externas y las internas. Las primeras se refieren a factores del entorno que bien podrían dinamitar o desincentivar la articulación de los diferentes eslabones de los sistemas agroindustriales, y las internas se refieren sobre todo a cuestiones relacionadas con la gestión de las alianzas y que competen más que nada a la actitud y valores de los agentes que participan.

Condiciones externas

Tipo de cambio real estable y no sobrevaluado. Una de las grandes lecciones que ha dado la crisis que estalló en diciembre de 1994 es la inviabilidad de un modelo basado en la apertura unilateral hacia el exterior y el mantenimiento simultáneo de un tipo de cambio sobrevaluado, pues ello se tradujo en una elevada propensión a importar y en una erosión de la capacidad competitiva de las exportaciones, provocando el deterioro de la planta productiva, en particular del sector agropecuario que ya de por sí se caracteriza por sus fuertes rezagos infraestructurales y tecnológicos. Así, una decisión de carácter macroeconómico que resultaría ampliamente benéfica para el sector agrícola —y en general para la economía toda— sería el establecimiento de un tipo de cambio real de equilibrio o ligeramente subvaluado y estable en el mediano plazo, toda vez que ello permitiría desincentivar las importaciones, estimular la articulación de las cadenas productivas nacionales y revertir el persistente deterioro de los precios reales que se ha observado desde que se inició el proceso de apertura comercial y la sobrevaluación del tipo de cambio. Ello implica, necesariamente, renunciar en los próximos

GRÁFICA 1
BALANZA COMERCIAL AGROPECUARIA Y AGROALIMENTARIA
(Millones de dólares)



FUENTE: Banco de México.

años a mantener bajos niveles de inflación (menores de un dígito) a costa del crecimiento económico.

*Estabilización y certidumbre en la política de precios.*¹ Si bien la estabilización de los precios internos puede lograrse, en gran medida, con la decisión de mantener un tipo de cambio real ligeramente subvaluado o en equilibrio, es importante no pasar por alto que los mercados agrícolas mundiales se caracterizan por presentar precios muy distorsionados debido a la prevalencia de una agricultura altamente subsidiada y excedentaria, lo cual da lugar a la disminución de los precios agrícolas en el mercado internacional respecto a los niveles que podrían alcanzar en un mercado libre. Los precios distorsionados de los mercados agrícolas internacionales falsean las relaciones de competitividad e introducen mayor incertidumbre, agudizando las dificultades de internacionalización de la economía mexicana. Por ello, los productores nacionales pueden argumentar, con toda razón, que competir en los mercados internacionales en condiciones de apertura y con desventajas en infraestructura, tecnología y servicios financieros es de por sí sumamente difícil, por lo que si a esto se le agrèga competir con las tesorerías de los países desarrollados, la permanencia se vuelve insostenible.

Ante este entorno, un mecanismo adicional (al tipo de cambio real estable y no sobrevaluado) para estabilizar los mercados podría ser la instrumentación de un sistema de “bandas” o “franjas” de precios para diversos productos agrícolas.

La operación básica de las bandas de precios es la siguiente: para que los agricultores tengan previsión y márgenes de seguridad adecuados respecto a los precios internacionales de competencia, cada año, en una fecha oportuna para el ciclo agrícola, en general antes de la siembra, se anuncian los precios mínimos y máximos de importación, acotando así el rango de variación de precios que puede presentar el mercado nacional en condiciones de apertura a la competencia externa.

El auge que ha registrado el sistema de bandas de precios se explica principalmente porque se ha convertido en el mecanismo único de protección y a veces en la única política sectorial concebida para favorecer la transición hacia las nuevas condiciones macroeconómicas y de inserción internacional. Los productores de los distintos bienes agrícolas tratan de ingresar a este mecanismo ya que de otro modo resultarían discriminados.

Esto exige la selección de una serie de precios mensuales de un mercado internacional significativo y de un periodo relativamente amplio, cinco o

¹ Véase FAO (1994).

diez años, a fin de calcular la “banda de precios”; a los mínimos y máximos resultantes se les agrega el transporte, la tarifa arancelaria —si la hay— y otros costos adicionales que se originen para hacer llegar el producto a la zona de consumo y de esta manera se obtienen los precios de importación mínimos y máximos que correspondan al piso y techo de la banda.

Si a consecuencia de cambios en los precios internacionales el precio de importación queda por debajo del piso de la banda se aplican sobretasas contingentes para llevarlo a ese mínimo. Recíprocamente, si el precio de importación rebasara el techo de la banda se comenzarían a hacer rebajas en la tarifa arancelaria para que el precio quedara por debajo de ese mínimo.

Sin embargo, el problema que enfrentaría México para aplicar este sistema es el margen de maniobra del que dispone dados los compromisos de apertura establecidos en el marco de los acuerdos comerciales negociados. Así, si bien es cierto que se dispone de un amplio margen de maniobra para elevar los aranceles actuales sin llegar a los límites consolidados, ni afectar las normas de la Organización Mundial de Comercio (OMC) lo cierto es que ello sólo podría hacerse para los países que no forman parte del TLC o para los productos, como el maíz, frijol, cebada, papa, productos avícolas y leche en polvo, que en el marco de este Tratado quedaron con tasas de protección elevadas y durante periodos largos. Para el resto de los productos agropecuarios ya se establecieron los calendarios y condiciones de desgravación y realmente las tasas arancelarias son muy reducidas o no existen. Esto adquiere particular relevancia si se considera la elevada concentración del comercio agropecuario de México, pues sólo con Estados Unidos y Canadá realiza 75% de sus exportaciones y 65% de las importaciones.

No obstante, en la mayoría de los productos agropecuarios la brecha resultante entre los precios internos y los internacionales después de la devaluación del peso frente al dólar (diciembre de 1995) es realmente amplia a favor de los precios internos, por lo que puede inferirse que en caso de mantenerse el tipo de cambio real no sobrevaluado podrían existir periodos relativamente amplios sin necesidad de intervención. Esto permitiría que la mayor parte del tiempo el mercado opere “libremente”, favoreciendo la tendencia a la asignación eficiente de los recursos, reduciendo las distorsiones provocadas por la intervención y disminuyendo los costos administrativos.

En este entorno, México dispone de cierto margen para instrumentar sistemas alternativos o complementarios a las bandas de precios, como el establecimiento de sistemas de bolsas agropecuarias, contratos a futuro y mejores sistemas de información. Esto implica trabajar urgentemente para

superar las graves deficiencias en infraestructura física para la producción, transporte y comunicaciones, pues éstas representan obstáculos importantes para el desarrollo de los mercados. Simultáneamente, se debe trabajar en el aspecto normativo que permita establecer las reglas de operación de los agentes del mercado. Entre los temas que deben considerarse destacan los siguientes: la institucionalización de las prácticas comerciales; la determinación del carácter legal de contratos y documentaciones; la supervisión, aprobación y certificación de instrumentos y equipos para determinar cantidades o calidades, y la regulación de transacciones convenida con los agentes privados. El establecimiento de controles de calidad; la calificación de grados y estándares conocida y estable, y la homogeneidad y tipificación de los productos son condiciones indispensables para el intercambio internacional y la instrumentación de mecanismos de bolsa de futuros.

Organización interprofesional y disciplina comercial. La desregulación a ultranza de los mercados agropecuarios también se ha caracterizado por un extremismo absurdo que lejos de eliminar las profundas desviaciones y rigideces que habían generado los mecanismos de regulación (como los monopolios y privilegios para un grupo reducido de agentes económicos), los han acentuado a tal grado que, hoy por hoy, prevalece un soberano desorden que dificulta enormemente la toma de decisiones en un rango de certidumbre aceptable.

Los productos perecederos —frutas y hortalizas— constituyen un contundente ejemplo que da cuenta del desorden que prevalece en los mercados por la carencia de mecanismos reguladores. Así, el análisis de una muestra de productos (tomate, chile, naranja y manzana) evidencia variaciones en precios que van desde 0.2 hasta 4 en un mismo año. Esto se traduce en una considerable elevación del riesgo al que están expuestos los productores hortofrutícolas, lo que a su vez ha tenido consecuencias por demás desastrosas para la horticultura, a saber: 1] creciente reticencia de las instituciones de crédito a otorgar financiamiento para esta actividad, lo cual limita el desarrollo tecnológico y comercial; 2] quiebra y expulsión de miles de productores que no están en condiciones de soportar las bruscas fluctuaciones de precios, lo que ha dado lugar a que estos productos se hayan transformado en cultivos de élite; 3] incremento de los “despilfarros” al multiplicarse los casos de productores que se ven obligados a dejar la producción en el campo ante la saturación de mercados; 4] aumento en la intermediación entre el productor y el detallista debido a la desconfianza que el segundo tiene del primero con respecto a un abasto seguro y consistente en calidad, y 5] pérdida de participación en los mercados nacionales e internacionales ante la

inconsistencia en calidad. Quizás el ejemplo más elocuente de esto sea el caso del tomate, “la reina de las hortalizas”, el cual ha perdido participación en el mercado estadounidense de manera persistente, además de los castigos que recibe en precio, en contraste con la creciente participación de tomate californiano en el mercado mexicano.

Condiciones internas²

Evitar la dependencia excesiva de las alianzas, las cuales deben concebirse como estrategias que complementen y perfeccionen a las organizaciones de cada una de las partes, y no sustitutivas del desarrollo interno. Debido a las tradicionales relaciones paternalistas que el Estado ha establecido con los pequeños productores rurales, en no pocas ocasiones el empresario sustituye al Estado y asume dicho papel, de tal suerte que una vez que se han cubierto los compromisos crediticios y que las utilidades a repartir alcanzan sumas importantes, el productor no sabe cómo invertir productivamente y espera que así como el empresario administró el crédito durante cinco años o más y le llevó la contabilidad de sus operaciones, haga lo mismo con sus utilidades; claro, si es que antes no decidió derrocharlas, lo que sería aún peor.

Esta dependencia excesiva del productor hacia su aliado se explica, en buena medida, durante el proceso de promoción, selección, formación y gestión de la alianza; tanto el empresario como los promotores asignan mayor importancia al adiestramiento —creación y desarrollo de habilidades y destrezas manuales— y no le dan importancia a la capacitación —desarrollo y/o perfeccionamiento de conocimientos, habilidades intelectuales, aptitudes, valores y actitudes— o mejor dicho, a la educación en su sentido amplio.

Esto da lugar a que una vez que madura la alianza, con el consiguiente cambio de actitud en el productor, éste se enfrenta a múltiples conflictos en su grupo de trabajo, toda vez que no sabe delegar responsabilidades y funciones, cómo motivar y castigar, cómo coordinarse, cómo distribuir su tiempo, cómo manejar conflictos internos y con la familia, cómo emplear sus

² De hecho, fue Badaracco Jr. (1992) quien en su libro *Alianzas estratégicas* precisó estas condiciones, sólo que lo hizo refiriéndose a empresas y sectores productivos que poco o nada tienen que ver con el agro, aunque el principio general se relaciona con nuestro tema. Haciendo uso de la rica experiencia acumulada por empresarios, productores y promotores, decidimos retomar y adaptar las ocho condiciones que desarrolló este autor.

utilidades, etc. Es decir, al productor pocas veces se le prepara para crecer como persona, pues al empresario y a los promotores parece bastarles que ejecute los procesos operativos y elabore el producto que se le encomendó. El problema, sin embargo, no es sólo que el productor no crezca, sino que tampoco el empresario, pues a la larga cae en la cuenta de que si bien sus aliados producen con menores costos y mayor calidad, la estrategia de crecimiento empleada es muy vulnerable.

Al respecto, las evidencias de varios casos indican que no hay mejor seguro de estabilidad en una alianza que la inversión en educación. El empresario no debe temer por los aires de independencia que eventualmente puedan soplar por sus dominios, pues los productores saben que un rompimiento es contraproducente, no sólo por los beneficios que obtiene de la relación, sino también por las dificultades de competir en forma autónoma en líneas de producción tan extensas —por el número de eslabones que incluyen— y monopolizadas. En efecto, a diferencia de las alianzas entre empresas de igual magnitud, donde el máximo interés de éstas es la salvaguardia y el fortalecimiento de su conocimiento y pericias fundamentales, en las alianzas entre empresarios y productores es difícil, por no decir que imposible, que estos últimos se conviertan en los competidores del empresario. Sin embargo, esto no debiera dar lugar al egoísmo al cerrarle todas las posibilidades de crecimiento a los productores, sino al contrario, se les deberán crear las condiciones para que crezcan por fuera de las actividades centrales que involucra la alianza.

Sin embargo, la mejor garantía para que las alianzas entre productores rurales y empresarios adquieran un carácter más equitativo, y sobre todo para que se generalicen en el campo mexicano, es necesario que los productores asuman la misión de fortalecer sus capacidades individuales por medio de alianzas internas entre ellos mismos y con sus proveedores, antes que con sus clientes o compradores. Así, resulta imperiosa la necesidad de promover la organización de los productores primarios para compactar la compra de insumos y servicios, así como la venta de cosechas; establecer alianzas de base tecnológica con despachos o bufetes privados para elevar la productividad y la rentabilidad; estructurar instituciones financieras rurales que se orienten tanto a la oferta de crédito como a la demanda de ahorros, etc. Sólo en esta medida existirán reales posibilidades de integrar cadenas productivas, toda vez que se hará atractivo a uno de los eslabones —la producción primaria— cuyos rezagos lo hacen no funcional para los empresarios que detentan las fases de procesamiento y distribución.

Tanto empresarios como productores y promotores deben siempre considerar un amplio abanico de posibles alianzas. Como parte de la visión de futuro, dos preguntas básicas que debieran hacerse los agentes son las siguientes: ¿qué clase de conocimientos se necesitan para alcanzar los objetivos estratégicos de largo plazo?, ¿qué capacidades les darán ventajas competitivas sobre sus competidores de aquí a cinco o diez años?

Una vez respondidas estas interrogantes, se deberá decidir sobre tres cuestiones claves. La primera tiene que ver con la *elección de los socios*. Múltiples experiencias analizadas indican que el tipo de socio ideal para una alianza finalmente depende de la actividad productiva a desarrollar. Esto, sin embargo, dice mucho y nada, de manera que con el afán de precisar esta importante cuestión, se sugiere plantear y responder las siguientes interrogantes: ¿de qué manera los empresarios y productores toman sus decisiones?, ¿qué visión de futuro tienen los líderes?, ¿cómo son los directivos y dirigentes: abiertos o reservados?, ¿cómo se tratan entre ellos?, ¿qué valor le asignan a la cooperación interna?, ¿qué valores relativos le asignan a la tecnología, a la mercadotecnia, a la calidad de los productos y a los resultados financieros?, ¿qué actitud hacia el riesgo han demostrado en sus anteriores acciones?, ¿qué opinión tienen de sus respectivas organizaciones los clientes, proveedores, acreedores, competidores y consultores? En fin, aunque no existe una lista exhaustiva que cubra todos los aspectos importantes que garanticen una adecuada selección del socio potencial, la respuesta a estas interrogantes contribuirá a ello.

En el caso de los empresarios, un criterio de selección que nunca se debe pasar por alto se refiere al nivel de integración vertical y horizontal que hayan logrado alcanzar en la actividad en la que participan: a mayor nivel de integración, menor riesgo de la inversión y viceversa. Ello no significa que sólo los empresarios integrados deban ser candidatos a formar una alianza, pues la alianza misma puede contribuir a complementar dicha integración, tal como lo demuestran los proyectos porcícolas de Quintana Roo y Yucatán.

La segunda decisión consiste en definir qué *actividades* llevarán a cabo los agentes que participan en la alianza. Generalmente es el empresario el que define las funciones que deberán desempeñar los productores, a quien comúnmente se les confía la producción de un producto o materia prima (hongos, pollo, cerdos, bovinos en pie, leche, flores, granos y oleaginosas...) que antes el empresario producía directamente en sus instalaciones o tierras o lo comercializaban las empresas paraestatales. Es decir, la forma particular que asumen las alianzas estratégicas en el agro se ha circunscrito a lo que se ha dado en llamar vínculos de producto, mediante los cuales el empresario pretende conseguir productos a menores costos y riesgos.

Esto también explica por qué en los pocos proyectos que se han logrado concretar y en donde se ha puesto en marcha el paradigma de la compactación de tierra, los productores no hayan recibido beneficios de las economías —ahorros— que se logran gracias a la compactación. A los productores virtualmente se les convierte en rentistas, toda vez que el proceso productivo y de gestión lo controla directamente el empresario. Por ejemplo, el control de la compra de insumos y la contratación de servicios (crédito, seguro y maquila) le dan amplias posibilidades de apropiarse de la totalidad de estas economías.

Aunque el proceso de compactación de tierras y por consiguiente, de compra de insumos y contratación de servicios, lo podrían realizar las mismas organizaciones de productores, lo cierto es que las experiencias disponibles indican que la actitud de los productores es radicalmente distinta cuando el agente activo es su misma organización que cuando es un agente externo. Por ejemplo, en el sur de Sonora una ARIC intentó infructuosamente compactar las tierras de sus socios mientras que en esa misma región una empresa privada logró compactar cerca de 5 000 hectáreas en sólo cuatro semanas.

La tercera decisión tiene que ver con *la forma* que deberá adquirir la asociación. Existen por lo menos ocho formas de estructurar las alianzas.³ Una no es mejor que la otra y por tanto no hay formas o esquemas ideales. En buena medida, la forma que adopte la alianza estará sujeta al resultado de las decisiones anteriores, es decir, a la selección de los socios y las actividades específicas que deba desarrollar cada uno. Aunque es muy frecuente que se recomiende iniciar la alianza en un pequeño proyecto preliminar a fin de obtener una idea más clara de la cultura, capacidades y visión de la otra parte, antes que aventurarse en una alianza de gran tamaño y en toda regla. Lo cierto, sin embargo, es que mientras los productores no fortalezcan sus capacidades internas, las alianzas en el agro mexicano estarán limitadas a los vínculos tradicionales de producto, y quizás ni a ello lleguen, y sólo se circunscriban a los contratos de aprovechamiento —arrendamiento o asociación en participación— que es de hecho lo que se está generalizando en el campo, sobre todo en cultivos y regiones donde ha sido tradicional el arrendamiento de tierras ejidales o donde las relaciones entre la agroindustria y el productor son de carácter cuasi salarial. Tal es el caso de la caña de azúcar.

³ Para mayor profundidad sobre estas formas véase R.M. Muñoz y C.H. Santoyo (1994).

Una estrategia de negociación que ha resultado muy eficaz para concretar con mayor facilidad y celeridad una alianza es la de ofrecer un abanico de posibilidades de asociación a los productores, de tal suerte que éstos seleccionen la opción que más les convenga en función de sus intereses y necesidades.

Ser conscientes de los peligros que entrañan el oportunismo, la mala voluntad y, sobre todo, la percepción que un agente tiene del otro. A fin de ilustrar mejor esta cuestión, se hará referencia a una anécdota. En uno de los tantos foros y seminarios que se realizaron en México para explicar la visión que el Estado y los empresarios tenían del sector agropecuario y difundir la forma en que estos últimos estaban asumiendo su misión, sobre todo en lo que se refería al establecimiento de alianzas estratégicas con productores rurales, un asistente preguntó a un empresario que cómo había logrado “asociar leones con corderos”. Después de un breve silencio, el empresario respondió: depende de quién sea el león y el cordero para usted.

Esta singular pregunta y su correspondiente respuesta no son más que el fiel reflejo de la cultura de la desconfianza que durante años ha prevalecido en el campo mexicano en materia de asociaciones o vínculos entre productores y empresarios: más temprano que tarde termina “comiéndose” al otro o se incumplen los acuerdos de manera unilateral. Los ejemplos abundan y no son fáciles de borrar de la noche a la mañana. Por ello, una estrategia clave que debe considerarse durante el proceso de promoción, puesta en marcha y gestión de una alianza, es la del desarrollo de la confianza, lo que en parte se logra mediante una adecuada comunicación.

Un ejemplo extremo de oportunismo es el de algunos empresarios cuyo único interés por poner en marcha una alianza es “echarle la mano al presidente”, pero de ninguna manera lo hacen como parte de una estrategia de crecimiento de largo plazo.

Evidentemente el oportunismo y la mala voluntad no sólo se pueden presentar por el lado del empresario, sino también por el del productor; de ahí que para el primero sea difícil distinguir entre el león y el cordero. Es precisamente en los productores donde se presentan las mayores dificultades para concretar las alianzas internas (es decir, entre ellos mismos y con sus proveedores) y las externas (con los clientes). Ello en virtud de las arraigadas prácticas de clientelismo y corrupción que suelen caracterizar a las organizaciones de productores y el fuerte intermediarismo que prevalece en las cadenas de distribución de insumos y cosechas.

Tener una visión clara y estratégica de las capacidades actuales de sus respectivas organizaciones y de aquellas otras que podrán necesitar en el futuro. La celeridad que le imprimió el gobierno federal a las diversas dependencias relacionadas con el agro para promover los proyectos que implicaran alguna modalidad asociativa, dio lugar a que se olvidara esta condición. Como resultado, proliferaron los proyectos que sólo cumplían, en algunos casos, la función coyuntural de convencer e impresionar a los inversionistas y a la opinión pública de la necesidad o del “éxito” de las reformas al marco jurídico agrario, pero que en realidad causaron un daño estratégico a los agentes directamente involucrados, además de que se desvirtuó una estrategia de fomento a la competitividad agropecuaria basada en la integración de cadenas productivas cuya bondad ha sido ampliamente demostrada en el mundo entero.

Ejemplo típico de ello es el caso de Vaquerías, proyecto que en 1991 el propio Presidente de la República describió como “un largo paso hacia la autosuficiencia alimentaria” o como el “principio de una revolución agroindustrial que sacaría al campo de su rezago ancestral”, pero que tres años después los productores lo calificaron de engaño y el principal inversionista de inviable.

Quizás el aspecto más importante que se relaciona con la visión estratégica de las alianzas tenga que ver con la concepción que el empresario tiene del productor y éste del empresario. En efecto, la lectura que a menudo se hace de la realidad del agro, particularmente del sector ejidal, evidencia un creciente empobrecimiento y marginación, de tal suerte que las expectativas de los productores suelen reducirse a la satisfacción de necesidades primarias: alimentación, hogar, salud... Así, cuando se le incorpora a algún proyecto, en realidad sólo se le concibe como mano de obra con exigencias que no van más allá de las estrictamente primarias. Sin embargo, las alianzas que han logrado trascender los cinco o diez años de duración demuestran que si bien es cierto que la principal motivación que impulsa a los productores a incorporarse a la alianza se consolida económicamente, las motivaciones que lo impulsan a continuar en el proyecto evolucionan como las de cualquier otra persona, pasando desde las necesidades de seguridad en el ingreso, el gusto por el trabajo mismo, el reconocimiento, la autorrealización, hasta llegar incluso a la trascendencia. En caso de que la alianza no satisfaga estas necesidades, opta por abandonarla o delegar su responsabilidad a un tercero sin que medie negociación alguna con la contraparte, es decir, con el empresario. Estas decisiones unilaterales pueden evitarse si existe flexibilidad en los modelos de asociación, comunicación continua y liderazgo.

Las empresas que resulten de una alianza, sobre todo las que serán propiedad exclusiva de los productores, se deben estructurar y administrar como empresas independientes. En la gran mayoría de las alianzas entre empresarios y productores que se han logrado poner en marcha, los primeros fungen como únicos administradores tomadores de las grandes decisiones; ello en virtud de que en no pocas ocasiones se constituyen en aval ante la banca para que ésta canalice recursos crediticios a los productores, además del fuerte arraigo de control que domina la administración que se practica en México. A medida que la alianza avanza, y sobre todo cuando se presentan las clásicas crisis cíclicas que caracterizan a muchas líneas de producción agropecuarias, los productores manifiestan una evidente desconfianza en los resultados financieros que les reporta el empresario. Quizás por ello muchos productores opten por escoger modelos asociativos que vinculen las utilidades a los ingresos, independientemente de los costos, pues para ellos resulta más práctico y confiable supervisar la producción bruta obtenida sin necesidad de considerar los costos, mismos que sólo el empresario conoce y entiende.

Para evitar estos inconvenientes, algunas alianzas se han estructurado de tal manera que los productores se manejan con relativa independencia y mantienen controles administrativos por separado. En la alianza se considera la misión explícita que se debe desarrollar, los objetivos específicos de actuación, un calendario para cumplirlos, recursos propios, sistemas de control y personal propio plenamente identificado con la alianza. En el contrato se especifica claramente la tecnología que aportará el empresario, así como los parámetros productivos y financieros que se pretenden alcanzar, de tal forma que ambas partes puedan evaluar el progreso.

Diversos estudios sobre gestión empresarial han demostrado que cuanto más compartida esté la administración de una alianza, más difícil será gestionar [...] Las alianzas en las que ambos socios están fuertemente involucrados desde el punto de vista de su gestión tienen un índice más alto de fracasos que en aquellas en las que uno u otro domina.

Esto significa que cada parte debe asumir el compromiso de que la alianza funcione, aunque por encima de las buenas intenciones cada parte deberá estar perfectamente capacitada para el trabajo que le corresponde realizar.

Es evidente que los cambios en las condiciones de mercado y en las estrategias empresariales, junto con el proceso de "ensayo y error" inevitable en todo nuevo proyecto y el inexorable avance del conocimiento, impiden establecer con absoluta claridad la misión de la alianza. Esto obliga a que

algunos detalles importantes se tengan que reconsiderar durante la marcha. De ahí que las alianzas deban contemplar mecanismos —algunos incluidos desde el principio en el contrato y otros incorporados durante el proceso de avance— para resolver cualquier detalle que se presente durante la vigencia de la alianza. Es más, la misión básica de la alianza deberá revisarse periódicamente, conforme lo exijan las circunstancias. Finalmente, no se debe pasar por alto que son las personas las que hacen que las alianzas funcionen o fracasen.

Debe haber una confianza y una comunicación mutua entre las partes. Difícilmente se exagera cuando se trata de destacar la importancia que reviste cualquier acción que contribuya a crear la confianza y a mejorar la comunicación. La confianza se expresa en la buena voluntad de los aliados para establecer una relación basada en la generosidad e intimidad, así como una inversión personal en los otros.

Cuando dos personas —en este caso empresarios y productores— que por largos años han mantenido relaciones de conflicto acuerdan aliarse, el problema de la confianza y la comunicación se vuelve más complicado, pues ambos suelen tratarse en un principio con cautela y recelo. Al pasar el tiempo, esto debe cambiar ya que la desconfianza da paso a la flexibilidad. Se sabe que cuando en cualquier relación humana hay confianza, hay mayor propensión a dotar de autonomía a las partes, lo que a su vez da mayor flexibilidad para responder con rapidez a los retos y oportunidades del mercado.

Un claro indicador de desconfianza se manifiesta en los contratos para formalizar la alianza: entre más voluminosos y detallados sean, muestran mayor desconfianza, y viceversa. Ciertamente, muchos contratos pecan de simples e improvisados en aras de la supuesta confianza.

Lo cierto es que un contrato que formaliza una alianza es un asunto de confianza recíproca. La ley y los contratos no pueden nunca prever todas las eventualidades ya que las condiciones son demasiado variadas, tanto en la agricultura como en el carácter mismo de las personas. Para que las cosas marchen bien en el largo plazo, los aliados deben mostrar generosidad y tolerancia.

Tanto productores rurales como empresarios agroindustriales deben aceptar modificar sus operaciones básicas y sus organizaciones tradicionales a fin de prepararse para aprender de las alianzas. La creación de una asociación es vista muchas veces como una simple suma de recursos (capital, maquinaria, tierra y hasta mano de obra) y no como una estrategia de conocimiento y aprendizaje mutuo que posibilita a los aliados, sobre todo al

productor, fortalecerse y crecer. El hecho de que los empresarios mexicanos prefieran establecer lazos flojos y livianos con los productores rurales —mediante contratos de aprovechamiento— y no íntimos y vinculantes, es lo que en buena medida explica por qué los productores enfrentan grandes dificultades para aprender las habilidades y conocimientos de su aliado. Basta con que el productor produzca un bien en términos de costos, tiempo y calidad para que le sea funcional al empresario.

El problema, sin embargo, es que al concebir al productor sólo como mano de obra, o como sujeto de crédito, o como poseedor de tierra, el empresario condena a la alianza a una vida corta; ello en virtud de la evolución que sufre el productor en su escala de valores. Así, una vez que la alianza ha satisfecho las necesidades primarias del productor, éste reclama a la misma la satisfacción de otro tipo de necesidades que, si no se cubren, inmediatamente repercuten en los procesos productivos que desarrolla el productor y, sólo entonces, el empresario se percata de la importancia de su aliado y lo imprescindible que le resulta para la buena marcha de la alianza y al fin de cuentas de su empresa. En suma, repara en lo mucho que tiene que aprender de su socio.

Sin embargo, también es frecuente observar casos en donde el productor asume una actitud de franco rechazo a modificar la más mínima operación de sus procesos productivos o comerciales en beneficio de la alianza. A su juicio, es obligación del empresario comprar el producto independientemente de la calidad, cantidad, tiempo de entrega y costo, tal como lo hacía el Estado en el pasado con toda la red de empresas, instituciones y fideicomisos que poseía para garantizar la producción y comercialización de las cosechas. Esto da lugar a múltiples fracasos, al no haber compatibilidad entre los métodos de aprovisionamiento del empresario y los de producción y venta del productor. Es precisamente lo que ha sucedido a la Nestlé con algunos productores de leche, que se resisten a aceptar el nuevo sistema de colecta que esta compañía está instrumentando.

Además de administrar alianzas hay que dirigir las. A menudo, empresarios, productores y promotores suponen que el trabajo que entraña la formalización de una alianza termina cuando se realizan las inversiones y se firman los contratos que obligan y comprometen a las partes a trabajar en beneficio mutuo. Se pasa por alto que el inexorable desarrollo tecnológico, la profundización de los niveles de integración y los cambios del mercado, necesariamente exigen ir adaptando los términos de la relación. Con toda razón, Peter Drucker ha dicho que las alianzas, en última instancia, pueden degenerar en trabajo, pues una vez puesta en marcha, productores y empre-

sarios se encuentran en el camino con miles de detalles que, día a día y mes a mes, exigen la instrumentación de sistemas administrativos que permitan lograr una cooperación efectiva que reclama *mente abierta* y *equilibrio de juicio*.

Las alianzas no nacen totalmente desarrolladas en las mentes de los empresarios, productores y promotores, sino que más bien la estrategia hay que ir la ajustando conforme se desfase de los objetivos básicos de los agentes participantes, además de estar sujeta a un intenso proceso de ensayo y error.

Finalmente, y como muestra de los enormes retos que deberán asumir empresarios, productores y promotores en materia de promoción, puesta en marcha y gestión de alianzas, en la tabla 1 se enlistan 12 reglas básicas que se deberán observar para el éxito de las alianzas.

REFERENCIAS

- FAO (1994), *La política agrícola en el nuevo estilo de desarrollo latinoamericano*, Santiago de Chile.
- Badaracco, Jr. (1992), *Alianzas estratégicas*, España, McGraw-Hill.
- Muñoz, R.M. y C.H. Santoyo (1994), *Visión y Misión Agroempresarial*, México, CIESTAAM-UACH.

TABLA 1

REGLAS PARA UNA ALIANZA EXITOSA

- Haga de la alianza un compromiso personal. Son las personas las que hacen que la sociedades o contratos funcionen.
- El respeto y la confianza mutuos son esenciales. Si no confía en las personas con quienes se va asociar, olvide el asunto.
- Recuerde que los socios deben obtener algo a cambio (a fin de cuentas dinero).
- El beneficio mutuo es vital. Esto probablemente signifique que deberá renunciar a algo. Reconózcalo desde un principio.
- Asegúrese de concertar un contrato legal muy preciso. No deje “para después” la negociación de aspectos desagradables y contenciosos. Sin embargo, una vez firmado, el contrato debe archivar. Si tiene que hacer referencia a él, es que hay algo que no funciona en la relación.
- Reconozca que durante el transcurso de una colaboración, las circunstancias y los mercados cambian. Reconozca los problemas de su socio y sea flexible.
- Manténgase alerta ante las señales prematuras de terminación, tales como:
 - Inflexibilidad en la adaptación de procedimientos operativos.
 - Un estilo de negociación combativo.
 - Nombramientos especiales para resolver conflictos.
 - Renuncia a reinvertir.
- Asegúrese de que usted y su socio tengan expectativas similares sobre la colaboración y su duración. Un socio contento y otro descontento es una fórmula segura de fracaso.

- Propóngase conocer socialmente a todos los miembros de todos los niveles de la parte complementaria. Toma tiempo hacer amistades.
- Entienda que las culturas son diferentes. No espere que un socio actúe o responda igual que usted. Encuentre la verdadera razón de una respuesta particular.
- Reconozca los intereses y la independencia de su socio.
- Celebren juntos los logros. ¡Es una relación compartida y ambos se la han ganado!

FUENTE: Adaptado de Internacional Computers Ltd. (icl). Tomado de Ohmae Kenichi, "La lógica mundial de las alianzas estratégicas", en *El mundo sin fronteras: poder y estrategias en la economía entrelazada*, McGraw-Hill, México, 1993.

**2. PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS
DE SECTORES E INDUSTRIAS
ESPECÍFICOS**

APRENDIZAJE Y CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA EN MÉXICO

Ismael Núñez*

En este trabajo se exponen hechos relevantes sobre los que se fundó el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la industria cervecera mexicana. Se subraya la importancia que ha tenido el aprendizaje tecnológico en dicho proceso. La particularidad de la hasta ahora exitosa industria cervecera mexicana radica en haber logrado conducir eficazmente su desarrollo tecnológico basándose en el aprendizaje derivado de su propia experiencia, ello a pesar del entorno de dependencia económica y tecnológica en la que se encuentra inserta.

El trabajo no pretende responder a todas las cuestiones que se encuentran alrededor del aprendizaje tecnológico, pero sí ofrece elementos para su reflexión.

El trabajo se compone de cinco secciones. En la primera se presentan algunos elementos acerca del fenómeno tecnológico, de la innovación y sobre el aprendizaje tecnológico que sirven de marco para contextualizar el estudio. En la segunda sección se revelan algunas de las características particulares que se presentan en el cambio tecnológico de la industria agroalimentaria de la que forma parte la industria cervecera. En la tercera se ubica a la industria cervecera dentro del desarrollo del sector agroalimentario mexicano y se desprende una de las preguntas centrales a la que se da respuesta en el trabajo, que se refiere a la capacidad de la industria cervecera para sostener su ímpetu exportador y conservar su dominio del mercado nacional. La cuarta sección ofrece elementos para detectar el aprendizaje tecnológico de la industria cervecera asociado a la historia de su evolución y de su mismo crecimiento. Finalmente, en la quinta sección se da cuenta de algunos ejemplos innovadores, en producto y en equipos, que ponen de manifiesto la permanente actividad que se presenta en esta industria en dicho sentido. La presentación de algunas conclusiones cierra el trabajo.

* Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM.

APRENDIZAJE TECNOLÓGICO

La tecnología surge mediante la investigación, y este conocimiento no es sino producción de información a partir de otra ya conocida (K. Arrow, 1962b; R. Nelson, 1959). Tal información no sólo se recaba en la fase de investigación pura de laboratorio, sino que son fuentes también muy importantes de conocimiento tecnológico la fabricación y el uso de los bienes.

Este conocimiento se emplea para generar innovaciones incrementales. Éstas pueden originar, acumuladas, un significativo incremento de la productividad y un cambio cualitativo de la tecnología.

La innovación puede producirse por descubrimientos casuales, científicos y tecnológicos, o por la transferencia intersectorial. Los estudios empíricos han mostrado que la tecnología tiene la propiedad de avanzar por sendas específicas y acotadas. Esto quiere decir que, al contrario de lo que sostuvo por mucho tiempo la economía convencional, la unidad productiva no tiene a su disposición un catálogo infinito de técnicas. Por tanto, la empresa, al no poseer recursos ilimitados y al no contar con una gama infinita de técnicas a su disposición, actúa en condiciones de racionalidad limitada. Dicho de otra manera, al no disponer de un abanico infinito de técnicas del cual echar mano, la eficiencia de la empresa no depende exclusivamente de una adecuada selección de técnicas (proporción entre trabajo y capital). Depende también de sus capacidades tecnológicas previas, y de cierta capacidad y motivaciones del elemento humano para realizar el esfuerzo innovador o de incorporación y adaptación de innovaciones.

Los estudios sobre el cambio tecnológico comprueban que las innovaciones producen un incremento de la capacidad productiva. Algunos trabajos han recogido evidencia de que las empresas líderes en su ramo se caracterizan por ser más innovadoras y por prestar mayor atención a sus actividades de investigación y desarrollo (ID). En esta línea, las investigaciones han pretendido extraer conclusiones a partir de asociar la capacidad innovadora con el tamaño de la empresa y con la concentración de actividades que las empresas han realizado a lo largo de su historia. Sin embargo, hasta ahora no existe conclusión definitiva sobre esta relación. Las múltiples variantes de cambio tecnológico establecen patrones de comportamiento distintos en la generación y en el ritmo de difusión según el sector y el tipo de innovación de que se trate (Nelson y Winter, 1982).

En trabajos de otra vertiente, se amplía la noción de tecnología y se dice que consiste en aquellos procesos mediante los cuales la empresa incorpora nuevos productos, equipos, procesos de producción y de organización que hacen más eficiente el trabajo y redundan en ganancias. En este sentido, la

innovación tecnológica es un *continuum* de *cambios graduales* que se producen en las unidades productivas a lo largo de su existencia. La empresa pasa a ser concebida como una organización que aprende y usa ese cúmulo de conocimientos para adoptar, transferir o crear tecnología. Se entiende que las innovaciones graduales constituyen la norma del cambio tecnológico, y que éstas no sólo ocurren en el equipo utilizado, en el producto fabricado, o en la producción misma, sino también en áreas de la empresa que no se asocian de modo directo con la producción. Así, se han descubierto diferentes mecanismos y fuentes (patrones) mediante los cuales las empresas ganan competitividad en relación con su capacidad tecnológica. Gracias a esta manera de concebir la tecnología y la innovación, en estos estudios se han descubierto diferencias interindustriales en la capacidad y en la intensidad innovadora de las empresas (Pavitt, 1984).

En cualquier caso los estudios del cambio tecnológico coinciden al afirmar que los cambios más comunes son los incrementales y que las empresas son organizaciones que aprenden a innovar y a adoptar tecnología. De ahí que el estudio del aprendizaje tecnológico se haya convertido en una importante materia de estudio, cuya finalidad general sea analizar y evaluar las competencias tecnológicas de las unidades productivas.

Con esta premisa se puede afirmar entonces que la fabricación de tecnología así como su empleo en la producción es conocimiento. Por tanto, se puede concebir a la empresa como una organización que aprende de modo permanente, pero como ésta no es una escuela, el aprendizaje tecnológico se produce o es principalmente un producto de la experiencia en la práctica productiva.

El aprendizaje tecnológico se ha clasificado en dos grandes tipos: 1] el aprendizaje por el hacer, o por la práctica, o como se le conoce en inglés, *learning by doing*, y 2] el aprendizaje por el uso o *learning by using*.

1] *El aprender haciendo (learning by doing)*. Con esta expresión se designa comúnmente al conocimiento tecnológico que se recaba de la experiencia en la producción. Se produce como consecuencia del esfuerzo intelectual para resolver los problemas productivos cotidianos en las plantas de fabricación y queda materializado en las modificaciones en el diseño de los bienes (Arrow, 1962). Pero estudios más recientes han puesto al descubierto que este tipo de aprendizaje puede no sólo afectar el diseño de equipos sino también los procesos de operación de la producción (J. Ma. Vegara, 1989).

2] *El aprendizaje por el uso (learning by using)*. Este tipo de aprendizaje surge del uso repetido de un determinado producto. Se ha descubierto que la asimilación de información por el constante uso y el consecuente apren-

dizaje tecnológico es particularmente importante en el caso de bienes de capital y se da con regularidad en las economías donde las nuevas tecnologías son complejas (Rosemberg, 1982). Los usuarios experimentan, aprenden, pero para que su aprendizaje se traduzca en resultados prácticos necesitan comunicar su experiencia a los productores internos o externos de los bienes y que éstos tengan una reacción positiva a las demandas de modificación.

A partir del descubrimiento de esta relación entre el usuario y el productor de un bien se ha desarrollado otro concepto, el denominado aprendizaje interactivo, en el que el producto o el servicio se mejora gracias a la comunicación entre el fabricante y el usuario.

Del mismo modo que el *learning by doing*, este tipo de aprendizaje no se circunscribe solamente a los bienes de capital; también se producen resultados en los procesos y en las operaciones. Por ejemplo, el uso permanente de las modernas técnicas de control de calidad en la gran industria obliga a elevar las capacidades tecnológicas operacionales de toda la empresa. En ese caso la información se usa para mejorar la calidad alterando algunos procedimientos, y el sistema de regulación del proceso.

Como se aprecia, el conocimiento y la información se han incorporado de manera definitiva a la concepción de tecnología. En consecuencia, el proceso de aprendizaje que sirve para acumular capacidades tecnológicas se ha revelado como un área muy importante en el estudio del cambio tecnológico. Esto no es un mero ejercicio intelectual, ya que el aprendizaje opera en la realidad como un costo que produce beneficios. Por este motivo el aprendizaje tecnológico es materia de atención y de conducción por parte de las unidades productivas.

Los sectores hacia los que principalmente se ha dirigido la atención son los que actualmente son muy intensivos en innovaciones o que tienen efectos muy "visibles" en la sociedad, como la electrónica, la informática, la industria química, la aeronáutica, la industria automovilística o la de bienes de capital. Sobra mencionar que la mayoría de los estudios de reconocimiento de los patrones de aprendizaje tecnológico se han realizado en países desarrollados. En América Latina, los trabajos de evaluación del cambio tecnológico han usado las herramientas que procuran información de la productividad, obteniéndose con ello valioso conocimiento sobre el comportamiento de las industrias y de las actividades específicas. Sin embargo, queda todavía un largo trecho por recorrer en el reconocimiento de las capacidades tecnológicas adquiridas por nuestro aparato productivo y sobre cómo es que éstas se crearon. En otras palabras, aún resta un ejercicio intenso de reconocimiento de los patrones de acumulación de las capacidades

tecnológicas en nuestro aparato económico. Uno de los estudios pioneros que centran su atención en el aprendizaje es el de Arnoldo Pirela y Rigas Arvanitis sobre la industria química en Venezuela (A. Pirela *et al.*, 1993).

CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

En general el sector agroalimentario ha recibido poca atención a pesar de su importancia como actividad de enlace entre el sector primario y el resto de la economía. Los estudios sobre el cambio tecnológico en esta industria son escasos. No se conocen con profundidad los patrones de generación y de difusión tecnológicas, y menos aún sus procesos de adquisición de capacidades tecnológicas.

A diferencia de otras actividades de la industria manufacturera, donde la tarea innovativa suele ser más endógena, en la agroalimentaria la actividad innovadora presenta peculiaridades importantes, que hacen pensar a muchos que es una industria pasiva frente al cambio tecnológico.

Por ejemplo, los parámetros usados para medir la intensidad del cambio tecnológico se han constituido en un factor que presenta al sector agroalimentario como estacionario en materia de innovación. Sus gastos declarados en ID son bajos. En los países de la OCDE esos gastos por unidad de producción son de 0.8%, frente a 4% en el sector manufacturero en su conjunto (R. Rama, 1993).

Sin embargo, no puede decirse que el agroalimentario sea un sector deprimido en escala mundial. En los últimos veinte años las ventas de las cien primeras empresas han crecido a una tasa de 7 a 8% anual (J.C. Dufour *et al.*, 1986). Por otro lado, ha mostrado un excepcional desarrollo de nuevos alimentos y bebidas que incorporan modificaciones graduales en relación con los productos anteriores. Al final de los años ochenta ya aparecían cada año alrededor de 322 nuevas variedades de congelados y 136 nuevos tipos de golosinas (R. Rama, 1992), lo que indica todo, menos una pasividad tecnológica del sector.

Existe una dificultad más para el estudio del cambio tecnológico en el sector agroalimentario. En muchos casos el liderazgo de ventas no se corresponde con el liderazgo tecnológico, tal como sucede en el resto de las actividades manufactureras. Esto oscurece la ubicación del espacio de innovación de la industria alimentaria. Además, su función de "bisagra" entre los sectores primario y de servicios hace menos claras sus fuentes de tecnología.

Entonces, ¿por qué se reporta una relativa baja inversión en ID en la industria agroalimentaria?

a] Contrariamente a lo que sucede en el resto de la industria, los nuevos productos captan su propio mercado pero no sustituyen totalmente a los productos existentes. El supuesto habitual para el resto de la industria, donde productos superiores (por ejemplo televisores) eliminan a productos inferiores, no se cumple en la actividad agroalimentaria. En este sector, generalmente cada nuevo producto establece o crea su propio mercado sin desplazar totalmente a los anteriores.

b] En este sector la renta monopólica de una innovación alimentaria de importancia es muy corta. Dicho de otra manera, si los gastos en ID para una innovación significativa de producto son muy altos, y si la vida del nuevo producto en el mercado será muy larga, como sucede con los alimentos, y si se añade que no existen posibilidades para proteger por tanto tiempo esa innovación, entonces otros muchos productores se verán beneficiados de su fabricación y de su venta por largo tiempo. La apropiación de los beneficios derivados de una innovación significativa no se recuperan del mismo modo que en el resto del sector manufacturero.

c] Por otro lado, y de manera paradójica, mientras el invento de un nuevo alimento genérico tiene una larga vida en el mercado, la de los productos específicos que contiene ese alimento genérico es cada vez más corta. Por esta razón no es conveniente para una industria agroalimentaria, dedicada forzosamente a un producto o a una serie limitada de productos alimenticios, invertir enormes cantidades en innovaciones que no va a ser capaz de rentabilizar. Un ejemplo lo constituyen los nuevos edulcorantes.

Por estas razones, se puede afirmar que el cambio tecnológico del sector agroalimentario procede de manera muy importante de otras actividades y de otros sectores. El impulso innovador proviene principalmente de industrias no alimentarias, por ejemplo las de equipos máquinas de envasado, secadoras, aparatos para triturar, cortar, seleccionar, pelar, deshuesar, mezclar, rellenar, cocer, almacenar, etc. En el sector participan otros fabricantes, como los de aparatos y accesorios para fabricar o tratar alimentos específicos como nuevas golosinas. También las actividades de materiales y de embalaje proveen innovaciones a la industria agroalimentaria: envases de cartón, polietileno y aluminio tipo tetrapack, etiquetas y empaques sin sustancias o colorantes nocivos o perjudiciales para el producto o para la salud, envases de "plásticos" transparentes o de consistencias diversas, etc. El impulso innovador también proviene de procesos desarrollados en otras industrias y que son aplicados por la industria agroalimentaria sea en exclusiva o como parte de un uso más generalizado en varias industrias, por ejem-

plo, procesos de computarización en los laboratorios de las empresas, automatización de cocimiento continuo, procesos de fermentación más óptimos de acuerdo con las necesidades del producto específico, ultrafiltración de líquidos, como en el caso de la leche para hacer quesos, procesos enzimáticos para la obtención de jarabes ricos en sustancias especiales requeridas por el producto, procesos de congelación rápida como en el caso de panadería y pastelería de precocidos, procesos de "edulcoración" con sustancias artificiales, producción de aromas y colores, etcétera.

A pesar de que una gran cantidad de tecnología proviene de otras industrias, algunas transnacionales agroalimentarias destacan como innovadoras. Un estudio de patentes ha puesto de manifiesto que Nestlé y Unilever son muy activas en el campo de la innovación en muchos productos; hay una participación marginal de industrias como las cárnicas, la de conservas de pescado, azúcar, cerveza y bebidas alcohólicas (R. Rama, 1993).

Entonces, es necesario apuntar que en las actividades alimentarias la receptividad de nuevas ideas, la circulación de información, la capacidad de utilizar nuevos equipos e insumos, son en muchas ocasiones más importantes que la generación interna de nuevos productos y procesos (R. Rama, 1993).

Para finalizar esta parte es conveniente anotar otra característica importante en el comportamiento tecnológico de la industria agroalimentaria. Ésta es especialmente proclive a incorporar innovaciones en función de otros factores no estrictamente tecnológicos. La difusión de las innovaciones suele ser más lenta que en otros sectores porque los hábitos alimentarios, los patrones de demanda o las políticas de protección del empleo pueden hacer muy lenta la recuperación de la inversión en las innovaciones. La casi permanente negativa por parte de la industria de la tortilla en México para incorporar las innovaciones en la máquina tortilladora es un ejemplo de ello (Aboites, 1989).

LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA EN MÉXICO EN LOS AÑOS RECIENTES

La evolución de la economía mexicana durante los años ochenta fue muy errática. El crecimiento de los sectores fue muy desigual. Los efectos de la apertura comercial afectaron de distinto modo a los sectores y a las industrias. La búsqueda del cambio estructural en la economía y el deseo de que éste se produjera en el aparato productivo es una cuestión que aún se estudia a fin de evaluar cómo es que respondieron (y todavía están respondiendo) las actividades productivas.

El pasado decenio fue peculiar por la actitud gubernamental de enfrentar a las actividades productivas nacionales con la producción mundial para obligarlas a establecer relaciones de competitividad. Para el aparato productivo de México esto significaba al menos dos cosas: lograr competitividad interna para no ser desplazados por la producción foránea y buscar nuevos mercados mediante las exportaciones.

En el caso de la producción agroindustrial las exportaciones se elevaron de 900 millones de dólares en 1975 a 1 480 millones en 1980, y a 25 000 millones en 1991.

En valor las exportaciones agroindustriales tuvo una elevación importante. El difícil ambiente de la economía en los años ochenta, acompañado de la reducción del consumo interno, propició la búsqueda de mercados externos en aquellas actividades que estaban en condiciones de echar mano de ese expediente.

El sector agroindustrial en su conjunto parece haber respondido a las nuevas condiciones de la apertura comercial. El coeficiente exportador fue de 5.1%, que aunque muy superior al de los años setenta, fue menor al 11.1% del sector manufacturero (G. Dutrénit, 1993). Sin embargo, el dinamismo exportador de la economía comenzó a debilitarse en los primeros años del presente decenio. Al iniciarse la recuperación en los inicios de los noventa ese dinamismo exportador comenzó a descender. La agroindustria en su conjunto no fue la excepción.

Algunos cambios se presentaron en las actividades agroindustriales durante ese proceso de auge y declinación del dinamismo exportador. Varias actividades agroindustriales dejaron de pertenecer al grupo de empresas altamente exportadoras (Altex). Su participación en el total de las exportaciones agroindustriales disminuyó, y en consecuencia también su lugar en el *ranking* agroindustrial exportador. Llama la atención que la tradicional e importante exportación de miel de abeja haya descendido (véase el cuadro 1).

Las razones de la salida de ciertas actividades tradicionalmente exportadoras son varias. Entre ellas están las condiciones internas de la producción en cada actividad y las condiciones de los mercados de cada una de las actividades.

Pero por otra parte el decenio pasado también trajo algunos nuevos ingresos al grupo de grandes exportadoras agroindustriales (véase el cuadro 2).

Para nuestros fines nos interesa resaltar que la industria de la cerveza fue una de las actividades que lograron ingresar. La bebida pasó de representar 1.6% de las exportaciones agroindustriales en el periodo 1978-1982, a 6.9% en 1990-1991. Este crecimiento de 5.3 puntos porcentuales en el total de exportaciones agroindustriales le valió pasar del décimo quinto al

CUADRO 1
 AGROINDUSTRIAS QUE QUEDARON FUERA DEL GRUPO
 DE LAS GRANDES EXPORTADORAS
 (Porcentaje y posición)

	<i>Participación</i>		<i>Posición</i>
	<i>1978-1982</i>	<i>1990-1991</i>	<i>1978-1982</i>
Hilados, cordeles y tejidos de fibras duras	2.5	0.1	7
Confección de ropa exterior (excepto camisas)	2.5	1.3	6
Azúcar y productos residuales de caña	2.4	1.3	9
Miel de abeja	2.1	1.8	10

FUENTE: Banco de Datos del Instituto de Estudios Trasnacionales, en G. Dutrénit (1993).

CUADRO 2
 AGROINDUSTRIAS QUE SE HAN INTEGRADO AL GRUPO
 DE LAS GRANDES EXPORTADORAS
 (Participación en las ventas externas y posición)

	<i>Participación %</i>		<i>Posición</i>
	<i>1978-1982</i>	<i>1990-1991</i>	<i>1978-1982</i>
Cerveza y malta	1.6	6.9	15
Calzado	1.8	3.8	11
Otros productos de madera (excepto muebles)	1.8	3.4	12
Fabricación de otros productos de celulosa, papel y cartón	0.5	2.4	26
Fabricación de productos de cuero, piel y sucedáneos	0.7	2.0	22

FUENTE: Banco de Datos del Instituto Latinoamericano de Estudios Trasnacionales, en G. Dutrénit (1993).

cuarto lugar en el *ranking* exportador del sector. Desde luego que no es lo mismo tener presencia marginal con el producto en muchos países, que tener una presencia consolidada y en crecimiento. Sin embargo, la cervecera mexicana ocupa también un sitio destacado entre los países productores (séptimo lugar en 1993); México ocupa el tercer lugar por sus exportaciones a Estados Unidos, que significan 17% de las importaciones totales de este país. Esos envíos que se inician con los años ochenta, han pasado de 1 a 5% en 1992, de una producción creciente que debe satisfacer una demanda interna en ascenso.

La balanza comercial de la industria cervecera tuvo en los ochenta un comportamiento positivo y creciente. Esto es muy difícil observarlo en otras actividades manufactureras, inclusive en actividades consideradas agroexportadoras netas como las que se anotan en el cuadro 3.

Aunque el envasado de frutas y legumbres se comportó también positivamente, su crecimiento fue de 2.5 veces, mientras que la actividad cervecera aumentó sus exportaciones en ocho veces.

El ingreso de la industria cervecera al grupo de empresas altamente exportadoras mexicanas y su creciente dinámica de exportación nos invita a hacernos algunos cuestionamientos:

- ¿Significa este auge exportador sólo una sustitución pasajera del mercado nacional por el internacional a causa de la depresión del consumo interno?

CUADRO 3
BALANZA COMERCIAL, PRODUCTOS SELECCIONADOS
(Millones de dólares)

	1981	1985	1987
Cerveza	26	65	207
Envasado de frutas y legumbres	77	98	194
Café	346	537	337
Tabaco	27	2	5

FUENTE: Nacional Financiera, *Transformación en el patrón de especialización y comercio exterior del sector manufacturero mexicano*, México, 1989.

•¿Acaso la apertura comercial de México motivó el impulso exportador de la industria cervecera, y éste decaerá cuando la economía tienda a recuperar el crecimiento y la demanda interna se recupere?

La respuesta a estas preguntas puede abordarse de distintas maneras. Desde el análisis estadístico-económico que tiene en cuenta los resultados anteriores se pueden prever ciertos comportamientos futuros de la producción. Por su parte, el estudio de las tendencias de los mercados también da luz sobre las posibilidades de comportamiento futuro de una industria. Sin embargo, aunque conozcamos algunas tendencias de la capacidad de respuesta de la producción física de una industria, o percibamos las posibilidades que en el futuro cercano le ofrecen los mercados, no conoceremos el grado de preparación tecnológica que esa industria ha logrado acumular para enfrentar los retos que le esperan. Por ello, una mirada evaluatoria sobre el cúmulo de capacidades tecnológicas construidas a lo largo de la historia de la industria nos permitirá reconocer las fortalezas con que cuenta.

Como las capacidades tecnológicas actuales no son garantía de competitividad a largo plazo, es necesario inquirir sobre la forma en que la industria se proveyó de esa capacidad tecnológica actual. Esto es, evaluar el tipo de aprendizaje tecnológico utilizado en el pasado y usado actualmente, así como reconocer las fuentes que lo hicieron posible.

APRENDIZAJE TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA CERVECERA MEXICANA

La historia de la producción de cerveza en México se remonta a los primeros años de la conquista española. Uno de los conquistadores, Alfonso de Herrera, solicitó permiso para elaborar cerveza. En 1544, sólo 23 años después de la conquista, en la Nueva España ya existía una fábrica en la hacienda "El Portal", en las faldas del Iztaccíhuatl para aprovechar las aguas de deshielo del volcán.

Hacia 1825 se crea la fábrica "Pila Seca" en la capital de la República. Más tarde Federico Herzog, procedente de Baviera, funda "La Candelaria".

La cervecería "San Diego" se funda en 1860. En 1865 el suizo Agustín Merendes crea "La Compañía Cervecera de Toluca" que comienza con fabricación de cerveza Lager.

Sin embargo, no es sino hasta 1890 cuando en Monterrey, Nuevo León, inicia sus operaciones la Cervecería Cuauhtémoc. Ello marca el inicio de la industria en México, pues esta cervecería producía la bebida en barril y embotellada.

Más tarde, en 1894, nace la Cervecería Moctezuma en Orizaba, Veracruz. Años más tarde, en 1925, Pablo Díez Fernández, originario de León, España, instala la primera planta de la Cervecería Modelo (Anafacer, s/f).

Varias cervecerías se crean a lo largo del país de 1930 a 1985. Las que producen marcas de alcance regional se abren en varios puntos. Las tres grandes, Cuauhtémoc, Moctezuma y Modelo, inician desde los años cuarenta una estrategia de distribución propia para hacer llegar la cerveza embotellada al consumidor. También emprenden una política de inversión para abrir nuevas plantas en el territorio nacional. Asimismo, inician una estrategia paulatina pero persistente de compras selectivas de aquellas fábricas regionales que les impedían introducir sus marcas por razones de precio o de fidelidad de los consumidores.

Este importante proceso de concentración es seguido principalmente por las tres grandes empresas cerveceras que no sólo las compran sino que aplican innovaciones para modernizarlas y elevar sus escalas de producción. Por ejemplo, en 1960 una de las grandes adquiere 50% de la cervecera de Inversiones y Fomento del Noroeste, y en 1982 se hace del 100% de las acciones. A esta planta se le han hecho ampliaciones y se han modernizado los tanques de fermentación y reposo. Elabora cerveza para el mercado nacional y para exportar a Estados Unidos. En 1954 una de las gigantes adquiere la Cervecería Pacífico, que fuera de alemanes, y de igual modo se le hicieron ampliaciones y anexo funciones, como la de una fábrica de hielo que distribuye a los expendedores de su cerveza. En 1966 es comprada la Compañía Cervecería de la Laguna (Torreón) y en 1978 se construye una nueva sección de cocimiento de la cebada para la elaboración de malta. En 1980 esa área de cocimiento se computariza para quedar completamente automatizada.

En 1954, es adquirida la cervecera La Estrella, en Guadalajara, que hoy produce también para el mercado exterior, principalmente de Estados Unidos. La antigua Cervecería Yucateca, de 1869, es absorbida por una de las grandes en 1979. Como dato curioso debe mencionarse que es una de las pocas plantas en las que aún existe un maestro cervecero, aunque sólo cumple funciones honoríficas.

Este proceso de compra y de anexiones de fábricas cerveceras revela un fuerte proceso de concentración iniciado desde tempranas épocas. La capacidad de producción corría paralela a la expansión de las propias plantas y a la compra de otras. Desde muy temprano los industriales de la cerveza comprendieron que el incremento de la producción no debería restringirse a un punto de localización único. También aprendieron a dominar el mercado nacional con una estrategia de distribución propia, que más tarde ampliaron

con concesiones a distribuidores privados pero supervisados por las mismas compañías. El resultado fue una temprana pero continua concentración de la industria durante todo el periodo de sustitución de importaciones. Vale la pena anotar que en otros países este proceso de concentración industrial apenas se inicia con el fin de dar respuesta a la globalización de la economía.

Ese proceso de concentración industrial de la industria cervecera sirvió para diseñar su particular proceso de incremento de las escalas de producción y de productividad, y a la vez establecer su peculiar evolución tecnológica. Ésta marcó también el desarrollo de un continuo aprendizaje tecnológico en todos los espacios de actividad de las empresas cerveceras que hoy dominan el mercado mexicano.

El aprendizaje desarrollado por la industria cervecera mexicana, tanto en las formas de comercialización del producto como en su habilidad para elevar la producción mediante la participación accionaria, la anexión, la fusión o la compra de otras empresas, las ha capacitado para:

- mantener el dominio del mercado nacional en el actual proceso de apertura de la economía, y
- enfrentar los procesos de asociaciones estratégicas con los líderes mundiales del sector con mejor éxito que otras industrias.

Algunos datos sirven para comprobar lo anterior. Las fusiones han continuado al punto de que en años recientes dos grandes, Cuauhtémoc y Moctezuma, han creado una sola, el grupo FEMSA. Los dos grandes grupos cerveceros mexicanos satisfacen 99% de las necesidades del mercado nacional con sus 17 plantas. Las marcas importadas que más se venden en México las introducen las propias empresas mexicanas mediante sus complejas y amplias redes de distribución.

Además, la introducción de otras cervezas en gran escala se dificulta mucho porque en México el producto se vende principalmente en envase retornable, lo que conviene por precio al consumidor, pero para las empresas extranjeras la introducción de este sistema es sumamente compleja. De este modo, la industria cervecera mexicana comprendió desde muy temprano que el sistema de envase retornable operaba como una fuerte barrera a la entrada de la competencia foránea.

El conocimiento adquirido tempranamente sobre la importancia de controlar por sí mismos la distribución, la han puesto en práctica para ganar mercados extranjeros y comenzar a consolidarse. Las áreas encargadas de distribuir sus productos en Europa y en Estados Unidos funcionan paralelamente a la distribución que sus socios cerveceros realizan en sus respectivas áreas de influencia. Hoy, incluso uno de los grupos cerveceros cuenta con una fábrica en Estados Unidos que elabora la cerveza "Rolling Rock",

que en los últimos cinco años ha logrado ventas sostenidas de 17 por ciento.

En 1993 el grupo estadounidense Anheuser-Bush compró 17% del capital social de la Cervecería Modelo. Esta alianza une a la cervecera más grande del mundo con la novena. En ese mismo año, Phillip Morris, matriz de la cervecería Miller, compró 8% de FEMSA, que controla a la Cuauhtémoc y la Moctezuma. En su división FEMSA-Cerveza inició una nueva asociación en 1994 con la empresa cervecera canadiense John Labbat Limited.

Como se señaló, la tecnología es un espacio más amplio en el que no sólo se consideran las tareas asociadas directamente a la producción. Por ello es que el crecimiento de la industria cervecera mexicana debe observarse como un crecimiento tecnológico en un sentido amplio y no simplemente "técnico". De lo expuesto en este apartado podemos concluir que esta industria centenaria ha creado capacidades tecnológicas diversas en su proceso de crecimiento. El temprano proceso de concentración industrial preparó a las grandes cerveceras para aumentar las escalas de la producción en varias plantas distribuidas por todo el país. Contrariamente a lo que sucede con otras muchas industrias manufactureras, la cervecera aprendió que su éxito en el crecimiento de la producción debía darse en varios puntos geográficos que, a la vez que produjeran, distribuyeran el producto. De manera paralela, aprendieron rápidamente que las plantas adquiridas debían modernizarse, sin que ello implicara excluir la producción de las cervezas locales a las que los consumidores locales estaban habituados. Aprendieron a conservar y potenciar mercados para este producto específico.

En lo que toca a la distribución, desarrollaron una compleja red que supieron administrar y coordinar correctamente con la producción, haciendo de este mecanismo una importante barrera a la entrada de la competencia externa. Este conocimiento, producto de la experiencia en su proceso de crecimiento y de concentración, les ha dotado del conocimiento y de la fuerza para incursionar exitosamente en la apertura de la economía, y hacer frente a las alianzas estratégicas que hoy emprende con grupos cerveceros líderes en escala mundial.

El conocimiento generado en todas sus áreas ahora se considera un activo que les capacita para continuar con su crecimiento y con su dinámica exportadora hacia los cerca de 90 países en donde se distribuye la cerveza mexicana.

INNOVACIONES EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y NUEVOS PRODUCTOS

Ahora pasaremos a observar algunas innovaciones que la industria cervecera mexicana ha incorporado y que podrían calificarse como “duras” o más técnicas.

La cervecera es una industria que basa su proceso de cambio tecnológico en innovaciones graduales producidas dentro de la organización. Pero como señalábamos, muchas de las mejoras incorporadas vienen de otros sectores. Con el fin de familiarizar al lector con el proceso de su fabricación se presentan, de manera esquemática los pasos seguidos en la elaboración de la cerveza.

Siendo una industria mexicana de tradición centenaria, las innovaciones que se han producido no sólo se circunscriben a la fabricación misma de la cerveza sino también a aquellas áreas que le son necesarias, como la purificación del agua utilizada en el proceso o el tratamiento de aguas residuales, por ejemplo. Esa antigüedad en las operaciones se ha traducido en un proceso permanente de innovaciones graduales. Ejemplos de esto son las siguientes:

- La Cervecería Cuauhtémoc introdujo en 1894 la tapa metálica en lugar del tapón de corcho.
- Por los años veinte la cervecera regiomontana le añadió el gas carbónico a la cerveza. El barril metálico se introdujo en los años treinta.
- En 1948 la Cuauhtémoc comenzó a enfriar las botellas en hielo triturado. Nadie lo había hecho antes en el mundo.
- La presentación de la cerveza en botella de color ámbar transparente se adopta en los años cincuenta, muy cerca de los líderes en otros países.
- Las décadas de los sesenta y setenta se puede decir que son proliferas por los diferentes envasados de la cerveza. Se introduce el tamaño “caguama”, la presentación en lata, el envase “quitapón”, el envase de lata “abresolo”, y el fabricado de dos piezas (antes eran tres).
- En los años cincuenta y sesenta las ollas de cocimiento eran de cobre. En las empresas mexicanas así eran. Por esos años las de Estados Unidos comenzaron a utilizar el acero inoxidable, material descubierto en 1916 por el inglés J. Bearley. Las grandes empresas mexicanas iniciaron la sustitución en los años setenta. En la actualidad todas trabajan con este tipo de ollas. Al paso de los años éstas han aumentado su tamaño ante la necesidad de ampliar las escalas.

También por la necesidad de incrementar la producción, las llenadoras de botellas son cada vez más rápidas. En este caso los proveedores de estas

máquinas (alemanes, italianos y estadounidenses principalmente) mantienen un estrecho contacto con las cerveceras para adecuar sus máquinas a las necesidades de cada cliente. Esta máquina marca mucho la velocidad de todo el proceso. Las cerveceras mexicanas siempre han prestado mucha atención a la incorporación de las novedades que los proveedores van consiguiendo a cada momento. Han pasado desde las antiguas máquinas llenadoras de envases en fila hasta las actuales que reciben una mayor cantidad de botellas en un recipiente redondo y cuentan con un mayor número de dosificadores.

Es interesante observar que las grandes cerveceras mexicanas cuentan con su propia empresa fabricante de equipo y refacciones, para remplazar muchas de las partes que se gastan. Partes y remplazos de estas llenadoras se fabrican allí, por ejemplo, los dosificadores de cobre.

Por razones de costos y de abastecimiento seguro, a tiempo y de calidad, durante el periodo de sustitución de importaciones las empresas optaron por fabricar por sí mismas los equipos básicos para la cervecería y la maltería. Es el caso de las lavadoras, pasteurizadoras, transportadoras de cajas, botes y botellas, tanques metálicos de almacenamiento y equipo para el movimiento del grano. En la fabricación propia de partes y de equipos la adaptación y las mejoras han sido una constante que las ha llevado a sostener un flujo permanente de información entre las plantas cerveceras y las fábricas de partes y equipos (*Mundo Ejecutivo*, 1995).

Los sistemas de enfriamiento han evolucionado constantemente. Las cerveceras han incorporado a lo largo de su historia esos equipos de menor consumo para lograr ahorros. Ésta ha sido una actividad objeto de atención permanente en las empresas.

Hoy, las cerveceras están incorporando a todas sus plantas los nuevos unitanques, que permiten llevar a cabo dos procesos en un solo depósito, el de la fermentación y el de reposo. La instalación de estos unitanques es una de las incorporaciones tecnológicas que la industria mundial observa desde el decenio pasado y que continuará en la actual.

En 1993 para dar respuesta a la segmentación de los mercados, la Cuauhtémoc lanzó la versión "light" de Tecate en un envase con características ecológicas. Este tipo de cerveza, ahora muy popular, tuvo su antecedente en la cerveza ligera de los años setenta llamada Brisa. Por su parte, en 1994 la Modelo también lanzó su producto light. Si bien el consumo interno de este tipo de cervezas con menos contenidos de azúcar y de almidón no es muy importante, las empresas han aprendido a dominar los pormenores de su elaboración para enfrentar el posible reto de cambios en la demanda interna o externa.

El proceso de crecimiento de la producción y de los mercados ha traído consigo la necesidad de superar nuevos retos tecnológicos. El caso de una sustancia que contiene la cerveza, llamada iloneña, estaba impidiendo la introducción de la marca Corona en algunos países de Europa. Las autoridades europeas afirmaban que el producto excedía la cantidad de partes por millón permitida por la normatividad. La empresa incorporó un espectrofotómetro que analiza permanentemente la cantidad de esta sustancia en la cerveza. Este aprendizaje ha servido también para considerar la incorporación de esta regla en México con el fin de proteger el mercado mexicano frente a otros posibles competidores menos tecnologizados.

En Estados Unidos también se estaba impidiendo la entrada de la marca Corona porque la etiqueta contenía óxido de plomo, sustancia prohibida en ese país. Como la etiqueta es vidriada (no de papel) y se imprime en caliente sobre la botella, representaba un problema tecnológico conseguir otra sustancia que tuviera la misma eficiencia, calidad, estabilidad e imagen visual y táctil. La empresa hizo esfuerzos con sus propios equipos de trabajo y de inversión en investigadores externos para sustituir finalmente la sustancia por un óxido orgánico.

Para enfrentar los retos que se presentaban en las plantas, desde los años setenta las cerveceras mexicanas empezaron a conformar su Departamento Técnico, que vendría a ser el equivalente al área de ID. Los equipos de trabajo funcionan de acuerdo con las necesidades y prioridades cotidianas de la empresa. Pero sus investigaciones también buscan detectar y atender problemas que se les presentarán en el futuro (por ejemplo, actualmente una de las empresas mantiene a un equipo que realiza un monitoreo sobre maquinaria y equipo para el tratamiento del plomo).

La manipulación genética de las cepas de levadura es otro de los campos en los que trabajan las cerveceras. Su mejoramiento y selección es una actividad tecnológica consustancial a la actividad cervecera para lograr fermentaciones de mejor calidad y más rápidas. Las empresas mexicanas monitorean constantemente los avances que se producen en todo el mundo.

Estos son algunos ejemplos que afirman a la industria cervecera como una actividad que innova también en el espacio mismo de la producción y del producto. Si bien muchas innovaciones incorporan los avances logrados en otras latitudes y en otros sectores, podemos decir que la industria cervecera mexicana ha desarrollado un cúmulo de capacidades propias que le permiten ser un agente económico que sabe adoptar y adaptar tecnología adecuadamente, a la vez que innovar con eficiencia.

CONCLUSIONES

La cervecera no es una actividad pasiva en lo relativo al cambio tecnológico. Por el contrario, las industrias cervecera y agroalimentaria en general mantienen una actividad de innovación. Pese a que, como puede apreciarse, los cambios tecnológicos proceden principalmente de otros sectores.

Esa industria se vio obligada a desarrollar un importante aprendizaje por el uso de la tecnología proveniente de otros sectores y países. Pero lo particular es que por ello ha conseguido acumular grandes habilidades, primero en la compra e incorporación inteligente de tecnología para aprovecharla y seguir creciendo en las escalas de producción. El cuerpo de conocimientos tecnológicos y los principios científicos del proceso se han convertido en un activo más de las empresas mexicanas. Vigilar y dirigir ese aprendizaje tecnológico es una tarea que se ha cumplido en el caso de la industria cervecera mexicana. Como resultado, desde los años setenta se cuenta con un equipo de investigación tecnológica que vigila todos los campos y áreas de cada una de las empresas.

Las habilidades tecnológicas adquiridas por la industria cervecera mexicana, en su sentido amplio, que incluye a las actividades no tan directamente relacionadas con el proceso de producción mismo, fueron creándose paulatinamente a lo largo de este siglo. El cuerpo de conocimientos tecnológicos iniciales constituyeron la base sobre la cual ha logrado percibir cuáles eran las actividades exógenas a la fabricación misma de cerveza que debería incorporar y cuáles no (vidrio, papel, empaque, transporte, equipos metálicos, etc.). Esto la capacita para enfrentar eficazmente en lo financiero y en lo tecnológico las asociaciones con las compañías extranjeras.

Las capacidades tecnológicas acumuladas se han constituido en una fuente de ventaja que se cuida e impulsa. La industria cervecera mexicana ha comprendido que en su sector merece tanta atención el monitoreo y el aprendizaje de la tecnología externa al sector como la desarrollada dentro de las empresas.

Reconocer, cuidar y potenciar la acumulación de experiencia tecnológica por parte de la industria cervecera mexicana le ha permitido colocarse entre las actividades agroindustriales altamente exportadoras de México. Y es precisamente por ese aprendizaje y por esas capacidades tecnológicas acumuladas que consideramos que esta industria puede permanecer por largo tiempo en ese lugar. Otras actividades agroalimentarias que antes formaron parte de ese grupo exportador, o que hoy toman parte de él, no parecen presentar una trayectoria parecida. Además, otras actividades agroalimentarias exportadoras dependen mucho más de los ciclos de la de-

manda mundial o del comportamiento de sucedáneos o sustitutos del producto. En el caso del mercado mundial de la cerveza el producto no cambia y los nuevos productos (cerveza light, sin alcohol) tienen mercados aún pequeños que tardarán en expandirse; y en todo caso, la industria cervecera mexicana al parecer está preparada tecnológicamente para competir en esos nuevos productos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboites, J. (1989), *Breve historia de un invento olvidado: las máquinas tortilladoras en México*, UAM-Xochimilco, Breviarios de Investigación, "H".
- Aldanondo, A. (1992), *Capacidad tecnológica y división internacional del trabajo en la agricultura*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría Técnica, Serie Estudios.
- Arrow, K.J. (1962), "El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención", en N. Rosemberg (ed.), *Economía del cambio tecnológico*, México, Fondo de Cultura Económica.
- ANAFACER (s/f), revista *La Buena Medida*, México.
- Dufour, J.C., G. Ghersi y R. Saint Louis (1985), XIX Congreso de Economistas Agrarios, 1985, en Juan Carlos Mesonada, *Estudios Agrosociales*, septiembre, Madrid.
- Dutrénit, G. (1993), "Las agroindustrias exportadoras: su penetración en Estados Unidos", *Comercio Exterior*, vol. 43, núm. 4, México.
- Metcalf, J. S. (1993), "Some Lamarckian Themes in the Theory of Growth and Economic Selection: A Provisional Analysis", *Revue Internationale de Systémique*, vol. 7, núm. 5.
- Mundo Ejecutivo* (1995), núm. 193, mayo.
- Nelson, R. (1959), "La Economía sencilla de la investigación científica básica", en N. Rosemberg (ed.), *Economía del cambio tecnológico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1979.
- y S.G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.
- Núñez, R.I. (1994), *Aprendizaje tecnológico. Un análisis urgente para los países en desarrollo*, Centro para la innovación tecnológica, mimeo.
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral Patterns of Technical Change. Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, vol. 13.
- Pirela, A., R. Rengifo, R. Arvanitis y A. Mercado (1989), "Aprendizaje tecnológico y conducta empresarial: taxonomía de la industria química en Venezuela".
- Rama, R. (1992), "Tecnología endógena, tecnología exógena", en Manuel R. Zúñiga, *El sistema agroalimentario europeo*, Madrid, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Editorial NEREA.

- (1993), “El entorno tecnológico de la empresa alimentaria”, *Comercio Exterior*, vol. 43, núm. 3, marzo, México.
- Rosemberg, N. (1982), *Inside the Blackbox: Technology and Economics*, Inglaterra, Cambridge University Press.
- Vegara, José Ma. (1989), “Cambio tecnológico y organización industrial”, La Coruña, III Congreso Nacional de Economía: Economía y Cambio Tecnológico, diciembre.

LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y LÁCTEOS EN MÉXICO. POSIBILIDADES DE DESARROLLO DEL SECTOR

María del Carmen del Valle Rivera*

El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de modernización en el sistema agroindustrial de leche y lácteos en México, observar la capacidad de innovación y de asimilación de tecnología, así como evaluar la posibilidad de desarrollo interno con eficiencia mediante la incorporación de progreso tecnológico.

Se parte de considerar al desarrollo científico-tecnológico como una fuerza motriz que desempeña un papel importante no sólo en la producción sino en la transformación de las condiciones económicas, sociales y ecológicas.

¿Por qué la producción de leche? En México ésta ha sido, en términos generales, insuficiente e ineficiente. Además, como sistema agroindustrial, la actividad lechera en la actualidad tiende a una mayor desarticulación entre la producción primaria y la industrial. Finalmente, con la apertura comercial y la integración en un área de libre comercio con Estados Unidos, se perfila la búsqueda de la "complementariedad" a partir de una repartición de mercados, según el poder de negociación, lo que implica que el sector podría tener pocas posibilidades de desarrollo.

En primer lugar, porque la cadena productiva de la leche debe considerarse, dado que se trata de un alimento básico, por su importancia en el ingreso y en el empleo rural, así como por su potencial para articular varios sectores productivos.

En segundo lugar, porque en esta actividad productiva se observa con cierta claridad el proceso tecnológico experimentado como parte y consecuencia de las relaciones sociales que se dan en el interior del espacio socioeconómico que es México.

Particularmente, en este proceso la tecnología ha constituido una fuerza productiva, motora del crecimiento de la producción de leche y la diversificación en productos derivados. El avance se ha dado tanto en el sector agropecuario como en el industrial.

* Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM.

En tercer lugar, se trata de un sector que ha seguido un patrón tecnológico muy ligado a los desarrollos en Estados Unidos, fundamentalmente, por lo que ha sido muy sensible a la crisis económica general del país y, en este sector se pueden observar los efectos de las transformaciones que se están produciendo en el ámbito internacional a causa de la globalización de los mercados, la aparición de nuevas tecnologías, la creciente preocupación por el medio ambiente y las transformaciones que se están llevando a cabo en escala nacional, ante la continuidad de la política neoliberal y la apertura comercial indiscriminada.

El enfoque adoptado parte de la identificación de los actores sociales del cambio tecnológico, que participan en el proceso de producción y realización de los productos. En particular, hay que destacar a los productores, tanto los ubicados en la actividad ganadera, como a los que procesan la leche y obtienen productos derivados, los investigadores y las acciones y políticas que despliega el Estado.

LA MODERNIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD LECHERA EN MÉXICO

La ganadería orientada a la producción de leche en México se desarrolló hacia 1950, conjuntamente con el establecimiento de grandes empresas transnacionales dedicadas inicialmente a la producción de leches industrializadas, y con el fuerte apoyo del Estado a partir de una política de fomento tanto de la ganadería como de las agroindustrias.

Este desarrollo estuvo vinculado desde sus inicios con la expansión del sistema mundial de leche, tanto en la producción como en el estímulo al consumo (Del Valle, 1993).

Durante el decenio de los setenta, la producción alcanzó un crecimiento promedio de 4.2% anual, desarrollo que fue acompañado de una modernización en los sistemas productivos. En la actualidad la producción de leche tiene una estructura bimodal, constituida por dos tipos de explotación que se conforman de acuerdo con sus características de nivel tecnológico, tamaño y rendimiento: el sistema intensivo con ganadería especializada y el sistema de producción con ganadería no especializada.

El sistema especializado forma su hato con ganado de raza, estabulado, que se alimenta a base de forrajes de corte y concentrados. Cuenta con cierto autoabastecimiento de forrajes pero también los adquiere por compra. La reproducción del ganado es por inseminación artificial, en la mayoría de los casos. Recibe atención médica preventiva, no sólo de curación. Cuenta

con mano de obra especializada o cuando menos con cierta experiencia. Se conforma con productores con un alto nivel de integración (Lala, Alpura, Gilsa, Boreal, Ultralácteos), por lo que la compra de insumos y la venta de productos se realiza por medio de las organizaciones gremiales, aunque también hay un buen número de ganaderos que tienen problemas de intermediarismo. Encontramos ganaderos que tienen altas inversiones en terrenos, maquinaria, equipo y ganado; sin embargo, subsiste un grupo de productores tradicionales que si bien tienen poco equipo, y sus construcciones son antiguas, ya están amortizados.

En la lechería especializada se tiene acceso a información y se aplican innovaciones tecnológicas. Actualmente sus niveles de rendimiento medio anual por vaca son de 5 000 a 6 500 litros que se destinan a la pasteurización y a la elaboración de derivados lácteos en grandes empresas nacionales. Sin embargo, la elevada dependencia de los insumos importados la hace muy sensible a los procesos devaluatorios y a los observados en los precios de importación (FIRA, Banco de México, 1994).

La lechería no especializada se localiza fundamentalmente en el trópico. Se forma con ganado de cruza suizo-cebú o holstein, cebú y ganado criollo. Los hatos son pequeños y medianos, su explotación es a base de praderas inducidas y mejoradas y con potreros divididos y pastoreo rotacional; la reproducción es por monta natural y en algunos casos por inseminación artificial. En general se trata de ganadería de doble propósito, en donde la producción de leche es complementaria a la del ganado (becerros o novillos) y se caracteriza por tener una ordeña de tipo estacional. La venta de leche es a intermediarios y también a plantas procesadoras fundamentalmente de leches industrializadas y de quesos. Se destina a la producción de derivados y a la venta directa como leche natural o bronca. Presenta problemas de sanidad animal, así como de comercialización, conservación y transporte del alimento (FIRA, Banco de México, 1994).

La producción de leche comenzó su desarrollo en los setenta y se prolongó hasta mediados de los ochenta. Posteriormente, en 1989, los volúmenes decrecieron hasta llegar a su límite más bajo en todo el periodo. En ese año se consolidó la aplicación de la política neoliberal a partir de un compromiso entre los ganaderos, los industriales lecheros y el gobierno. Se puso en marcha el programa de transición hacia la autosuficiencia lechera, con el objetivo de establecer una vinculación favorable entre la producción primaria y la industrial con el apoyo del gobierno.

Según la información oficial, el programa de transición fue positivo, pues se inició la recuperación del sector primario, alcanzándose aumentos en la producción de 10% en 1990, 9.3% en 1991, 4% en 1992 y 6.3% en 1993.

En 1994 se revierte la tendencia y se sufre una reducción de 1.1% en el volumen producido.

En la reactivación de la producción influyó ciertamente la recomposición y repoblación del hato en los dos sistemas mediante la importación de vaquillas y el fácil acceso a los préstamos para ese efecto. Es importante destacar que también ha habido incorporación de progreso tecnológico, lo que se observa por el aumento en el rendimiento medio anual (RMA) de producción por vaca.

En la ganadería especializada, el efecto de las innovaciones tecnológicas es más rápido, el RMA por vaca aumenta 4% en 1992 con respecto al año anterior (pasa de 5 572 litros en 1991 a 5 746 litros en 1992). En 1993 los rangos de rendimiento van de 5 000 a 6 500 litros.¹

La reactivación es más lenta en la lechería no especializada, en donde el RMA por vaca en 1991 fue de 1 286 litros y de 1 292 litros en 1992 (aumento de 0.05%).

Actualmente la lechería especializada posee 33% del hato ganadero y produce 70% del volumen total de leche. Mientras que en la lechería tradicional se encuentra 67% de las vacas ordeñadas que aportan sólo 30% de la producción.

El aumento en el RMA en la ganadería especializada es un indicador de los resultados de la utilización de un paquete tecnológico de carácter intensivo generado en Estados Unidos. Se trata de una explotación intensiva que requiere de vacas especializadas en producción de leche a las que se les suministra forrajes y concentrados de granos y cereales, de los cuales no hay suficiente producción en el país, incluso para el consumo humano. Además su manejo requiere de insumos y equipo que en su mayor parte se importan. Esta situación origina importantes diferencias en las formas de producción, porque únicamente algunos productores han tenido posibilidades de operar con fuertes inversiones, otros sólo pudieron acceder a partes del paquete, de manera que su actividad no alcanzó a ser eficiente y lo más grave es que no se ha conseguido asimilar esta tecnología en tanto que no se han dado pasos para adaptarla a las condiciones del país. Por esta causa, la aplicación de ese paquete tecnológico generó desigualdades en la capacidad productiva, en los costos y rendimientos, en la rentabilidad, en suma, una desigualdad en la capacidad competitiva entre los productores. Así, la modernización observada en este sector en México, se caracteriza por ser concentradora y excluyente.

¹ Datos de la SARH, *Estadísticas del Subsector Pecuario*, varios años, y cálculos de la autora.

En los últimos años los avances en investigación y desarrollo en los países más productivos han seguido la misma trayectoria de intensificación del uso de los recursos, los avances en genética animal permitieron mejorar las razas y el empleo de la hormona del crecimiento (somatotropina) ha aumentado de manera considerable la producción de leche. Los animales mejorados exigen un manejo especial y un consumo mayor de granos y forrajes, profundizando con ello el empleo de esta tecnología intensiva.

En México se aplican a la producción y a la comercialización innovaciones tecnológicas que modifican el proceso ganadero: las técnicas para el mejoramiento genético del ganado, como inseminación artificial fundamentalmente y en menor medida el trasplante de embriones; el empleo de los avances de la biotecnología en la cría de ganado, en el mejoramiento de su salud con la utilización de vacunas y medicamentos y en el mayor rendimiento productivo con la aplicación de la hormona del crecimiento en los últimos cuatro años. El uso de instalaciones especiales y de equipo de ordeña, de tanques de enfriamiento, de transporte en frío y otros que intervienen en el manejo del ganado.

Todos estos productos del desarrollo tecnológico universal están disponibles en el mercado internacional. Se considera que en el uso de estas tecnologías no se ha dado un proceso de asimilación en tanto que no ha estado articulado a la economía nacional, ni con la agricultura en cuanto a los alimentos para el ganado, ni a la industria en cuanto al equipo y otros insumos empleados en la producción de leche y, tampoco con el sistema de investigación. Esto se debe en gran parte a la falta de desarrollo de una capacidad tecnológica endógena vinculada a las necesidades de la producción. Así que la incorporación de progreso tecnológico por transferencia del exterior profundiza la dependencia con éste, por lo que su aplicación amplía las necesidades de importación.

Al respecto cabe destacar que si bien la mayor intensificación logró avances en los rendimientos y en la calidad del producto, en la medida en que los insumos y elementos constitutivos del paquete no corresponden a los recursos y condiciones del país, los resultados, no obstante ser importantes, no tienen efectos significativos en los costos.

En estas condiciones, la actividad intensiva ha sido la más afectada por las crisis recurrentes. En los ochenta se sufrió un proceso de descapitalización por varios factores: reducción de los créditos; baja rentabilidad por altos costos precisamente por tratarse de una tecnología importada que no ha tenido un proceso de adaptación a las condiciones del país y por la política de control de precios de la leche pasteurizada, que es la agroindustria a la que se dirige fundamentalmente el producto de esta actividad.

En los primeros años de la década de los noventa, en el caso de la ganadería especializada, el RMA por vaca retomó su ascenso pero en virtud de que se mantiene la dependencia tecnológica del exterior y, a pesar de que se ha flexibilizado el control de precios en el interior, estos rendimientos no alcanzan a mejorar la relación costo-beneficio. El proceso devaluatorio iniciado en diciembre de 1994 profundizó más la situación, incluso la ganadería tropical se vio afectada, aunque pudo resistir mejor la crisis.

Otros elementos importantes contribuyen actualmente a generar una nueva crisis en el sector, la baja en la inversión provocada por la pérdida de rentabilidad en la pasteurización y las altas tasas de interés en los créditos.

Como resultado de esa situación se han presentado dos tendencias, una en el interior de las unidades productivas, en la lechería intensiva se emplean las instalaciones también para el ganado de carne y en la lechería tropical se impulsó la producción de leche, no sólo con carácter complementario.

Conviene destacar que este último tipo de ganadería ha mantenido su nivel de producción y su RMA, debido fundamentalmente al doble propósito de su actividad. Además, se han observado algunos avances derivados sobre todo de la organización de productores, como es el caso de Tabasco. Al haberse organizado con objetivos económicos por medio de la Unión Ganadera los productores tabasqueños lograron llegar hasta el procesamiento, pues abrieron una ultrapasteurizadora de leche y ampliaron el sistema de comercialización, que ha sido uno de los cuellos de botella para realizar el producto.

Por otra parte, el desaliento de los productores en la ganadería intensiva y en la pasteurización ha generado la tendencia a utilizar la leche como materia prima en la elaboración de productos derivados, porque en ellos se ha conseguido una mayor rentabilidad en virtud de que se expenden en mercados libres de control de precios. Sin embargo, este proceso que podría haber significado desarrollos hacia adelante de la producción primaria, se ve limitado con la mayor facilidad para conseguir leche en polvo descremada (LPD) de importación por parte de las empresas procesadoras. Así pues, se ha generado una ruptura en la cadena productiva, ya que ha estado acompañada del creciente empleo de leche importada.

Actualmente 35 % de la producción de leche nacional e importada se orienta a la venta directa como leche bronca, en un mercado sin control sanitario ni de precios; 51 % se procesa para el comercio y 14 % se destina a programas sociales (FIRA, Banco de México, 1994).

La composición del total de leche disponible (consumo nacional aparente) presenta una alta participación de las importaciones, que actualmente constituyen 30 % del consumo nacional aparente.

Transformación de leche y derivados

La industria de productos lácteos es una de las más importantes de la rama de alimentos, con una participación de 10 a 12%, contribuye con 0.6% del PIB total y genera más de 50 000 empleos. Las ventas anuales de productos lácteos, según un estudio del Grupo Financiero Serfin (1995), son de alrededor de 12 500 millones de nuevos pesos.

La agroindustria de lácteos en su conjunto ha sido una actividad dinámica en la que se presenta un importante proceso de concentración de la producción. Puede operar con leche fresca o en polvo.

La rama se compone de 108 pasteurizadoras, aunque la producción se concentra en seis empresas (Lala, Alpura, Boreal, GILSA, Pasteurizadora Mexicali y Zaragoza Escobar); 18 establecimientos que elaboran leche condensada, evaporada y en polvo, que en su gran mayoría forman parte de Nestlé-Carnation; 1 390 establecimientos dedicados a la elaboración de queso, crema y mantequilla, aunque la producción se concentra en grandes empresas de capital extranjero: Chambourcy, Kraft, Chipilo y algunas de capital nacional como Nochebuena. Hay además 357 empresas productoras de cajeta y otros lácteos y más de 9 000 establecimientos productores de helados y paletas.

Hay diferencias notables de comportamiento según la línea de producción; de ahí que para su estudio la divido en tres: leche pasteurizada, leches industrializadas y derivados lácteos, las cuales presentan diferencias en la forma en que se abastecen de materia prima, en sus condiciones tecnológicas, en el origen del capital, en el nivel de concentración y en su comportamiento en el mercado de productos finales.

En términos generales, se observa un avance tecnológico sobre todo en la conservación de estos alimentos, lo cual es muy importante dada su alta perecibilidad. Tales desarrollos inducen nuevos procesos productivos de pasteurización y ultrapasteurización; nuevos productos, como las leches industrializadas (evaporada, condensada y en polvo) así como otros productos derivados, como leches acidificadas, yogures, leches light, etc., y la industrialización de la producción de quesos, crema y mantequilla. También propicia el desarrollo de la industria de empaques, de sistemas de enfriamiento, de conservación de alimentos y de los sistemas de comercialización y acopio.

Pasteurización

La pasteurización ha operado en su mayor parte con capital nacional privado. Se observa una tendencia a operar con grandes plantas, con capacidad para pasteurizar elevados volúmenes de leche, que requieren de fuertes inversiones de capital y el acopio de grandes cantidades de materia prima, a semejanza del modelo estadounidense. En función de estas características se opera con una integración vertical hacia la producción primaria.

Se trata de una actividad con un nivel tecnológico alto, igual al que se utiliza en los países desarrollados, pero al mismo tiempo se cuenta con plantas cuyas instalaciones mantienen técnicas más atrasadas y de menor escala de producción. Sin embargo la tendencia es concentrar la producción en las grandes plantas.

El desarrollo tecnológico se ha dado fundamentalmente en la maquinaria y el envasado. Se orienta principalmente hacia la conservación del producto, el mejoramiento de los procesos, el envase, la presentación y, en los últimos años, se ha observado también en nuevos productos. Se tiende a automatizar el proceso y a conseguir una mayor precisión en tiempos y temperaturas para mejorar la calidad, así como para aumentar la vida de anaquel.

Una reciente e importante innovación es la esterilización para obtener leche ultrapasteurizada, actividad en la que cristalizan las tendencias del desarrollo tecnológico descritas en el párrafo anterior.

Otro avance es el empleo de carros tanque refrigerados para recolectar la leche de los establos y trasladarla a las plantas pasteurizadoras.

La tecnología de proceso y la de producto están abiertas, tienen libre acceso, están más bien incorporadas a la maquinaria, es decir, se adquiere con la compra de maquinaria y la asesoría del vendedor. El proceso es relativamente sencillo pero el equipo automatizado requiere de un mantenimiento especial y de un cuidado sanitario estricto.

Cabe destacar que una magna empresa es la que produce la mayor parte del equipo y de la maquinaria que se emplea en las pasteurizadoras. La Tetrapack, no sólo controla las envasadoras y los propios envases, sino que recientemente se expandió con la compra de la empresa Alfa-Laval, una de las principales proveedoras del equipo y la maquinaria de pasteurización y transformación de lácteos, que además se producen en el extranjero.

La pasteurización ha tenido las siguientes limitaciones:

- Problemas de abasto de materia prima. Ello obedece a la estacionalidad de la producción, a que las plantas se ubican en las zonas cercanas al mercado del producto final y no se cuenta con la infraestructura suficiente y adecuada para su traslado.

- Alto nivel de capacidad instalada ociosa.
- Baja rentabilidad, provocada por la relación precios-costos. Mientras la política gubernamental ha controlado los primeros, los costos de producción en los sistemas especializados se elevaron más rápidamente que los precios internos por el alto contenido importado.
- Maquinaria y equipo de importación, que representa gran dependencia del exterior
- En el envase de cartón empleado se depende de grandes empresas del extranjero; no se ha logrado conseguir la materia prima nacional necesaria para elaborar este tipo de envase para las leches pasteurizada y ultrapas-
teurizada.

Es importante destacar que algunas de estas empresas han modificado su estrategia productiva para resolver algunos de los problemas señalados. Para aprovechar la capacidad ociosa del equipo de pasteurización, éste se está usando para procesar jugos e incluso agua. También se están realizando alianzas estratégicas con empresas extranjeras para tener acceso a las tecnologías de nuevos productos y continuar con la diversificación productiva.

Leches industrializadas

En las leches industrializadas (condensada, evaporada y en polvo) hay una elevada participación de empresas trasnacionales, cuya actividad es muy dinámica.

La concentración es, asimismo, muy elevada: la compañía Nestlé, S.A. domina el mercado de leche condensada y la Carnation Company el de leche evaporada. Ambas son de capital 100% extranjero.

Hasta 1984 la Carnation producía la leche evaporada. Esta empresa fue adquirida por Nestlé Alimentana, con lo que conforma un monopolio y consolida su predominio, ya que su filial es la única productora de leche evaporada, con azúcar y sin ella, en México.

También en la fabricación de leche en polvo predomina el capital trasnacional. Aunque en este caso participa un mayor número de empresas, también se mantiene el papel predominante de la Nestlé, pues produce 97% de la leche en polvo entera y descremada y 59% de la leche maternizada.

La tecnología empleada tiene un alto grado de automatización y es de carácter cerrado, pues sólo se vende a las filiales. La maquinaria se tiene que importar y el uso de patentes y marcas implica una permanente sangría para el país. Por ello se mantiene una dependencia tecnológica muy fuerte.

Su relación con la producción primaria se basa en requerimientos de elevados volúmenes de materia prima. A diferencia de la pasteurización, la

leche fluida puede ser de diferentes calidades y también es posible operar con leche rehidratada. La materia prima la abastecen pequeños productores a partir de contratos verbales. Las empresas proporcionan asesoría técnica y sirven de aval en los créditos. Por su parte, los productores comprometen sus ventas con la empresa.

Además, estas empresas consiguen leche en polvo importada de manera que pueden trabajar durante todo el año a toda su capacidad.

Las técnicas modernas de venta, con el empleo de la publicidad comercial, les ha permitido ampliar su mercado incluso hasta los sectores de bajos ingresos, aunque en una mínima cantidad.

Derivados lácteos

La producción de derivados lácteos, queso, crema y mantequilla, es de las líneas más dinámicas de la rama, fundamentalmente porque ha gozado de un mercado libre de control de precios. La actividad se ha caracterizado por la participación de numerosos establecimientos de tipo familiar, pero en escala industrial se presenta un proceso de concentración muy importante, ya que alrededor de 2% de los establecimientos elabora aproximadamente la mitad de la producción total.

Por último, debe señalarse que si bien hay un mayor número de establecimientos artesanales, en la producción industrial continúan siendo las más fuertes las grandes empresas de capital trasnacional, aunque se observa una participación importante de empresas mexicanas.

La tecnología es diversa, desde la de tipo doméstico hasta la más avanzada. Hay una fuerte dependencia en materia tecnológica, especialmente por tratarse de filiales de trasnacionales, a las que se paga por patentes y marcas. La maquinaria hay que importarla.

Las empresas nacionales tienen también otras limitaciones: escasa asignación de recursos a investigación y desarrollo, personal poco capacitado, falta de información tecnológica; sus actividades se basan en la experiencia sobre lo conocido, los equipos son poco confiables y las personas que están al frente de las empresas dedican poco tiempo al desarrollo de nuevas ideas.

ELEMENTOS PARA CARACTERIZAR LA CAPACIDAD TECNOLÓGICA DE LA RAMA

Los productores

Con el fin de aproximarnos a definir la capacidad tecnológica de la rama, se hizo una exploración en una muestra de empresas productoras de lácteos. Se encontró que las pequeñas y medianas tienen una profunda falta de conciencia del papel estratégico de la tecnología y un alto porcentaje adquiere conocimientos por autoaprendizaje. No manejan fuentes de información importantes como patentes y normas técnicas; sólo se utilizan con frecuencia, y no por la mayoría, libros o manuales para satisfacer necesidades de diversas áreas de las empresas.

Por su parte, los grupos ganaderos no han tenido interés en estimular líneas de innovación, ni siquiera corren el riesgo de hacer algunas adaptaciones sencillas, de acuerdo con los recursos con que cuenta el país. Los productores más capitalizados tienen acceso a los conocimientos provenientes de otros países y reciben asesoría de las grandes empresas proveedoras de insumos.

Investigación y desarrollo

La investigación y desarrollo (ID) en esta rama, en escala internacional, se orienta a elevar la calidad, y la vida de anaquel de los lácteos así como a la producción de maquinaria y equipo. Se pone el acento en la reducción de costos, el aprovechamiento de energéticos así como en la búsqueda de una mayor automatización de los procesos.

En México, las empresas de capital nacional no tienen programas de ID; en general la tecnología se consigue por medio de la compra de maquinaria al extranjero, que va acompañada de asesoría técnica.

En el caso de las empresas transnacionales, sus filiales establecidas en México no hacen ID, en general se consigue la tecnología por medio de empresas especializadas, en alguna parte del mundo, o bien de la asistencia técnica que les proporcionan sus matrices.

En México la ID se realiza fundamentalmente en los centros de investigación del Estado y en las instituciones de enseñanza superior. Por desgracia no existe vinculación de esta actividad con la industria. En el caso de la ganadería, la relación ha sido únicamente la del extensionismo, pero esta actividad se suprimió en las dependencias del Estado, dejándose un vacío importante que no se ha podido cubrir con la asesoría que venden los espe-

cialistas privados, pues sólo abarca a los productores que están en condiciones de pagarla. Ahora el extensionismo sólo lo practican algunas instituciones de educación superior.

La ID en la producción primaria de leche:

- El organismo gubernamental que incide en esta actividad es la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), por medio de sus escuelas de educación superior (Universidad Autónoma Chapingo y Colegio de Postgraduados, entre otras) y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

- El INIFAP destaca por su cobertura nacional, cuenta con centros de investigación para sistemas producto con atención en salud animal, especializados en microbiología, parasitología y fisiología. Realiza investigación y apoya la transferencia por medio de los centros experimentales (antes del recorte eran 21, localizados en distintas partes de la República).

- La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), es otro organismo de carácter público que participa en estas actividades, cuenta con dos dependencias; la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVYZ) y la Facultad de Estudios Superiores (FES) de Cuautitlán.

- En la FMVYZ se trabaja en 22 líneas de investigación. Destaca la labor de siete Centros de Enseñanza, Investigación y Extensión (CEIGT), de ellos los más importantes son:

- Martínez de la Torre, sobre ganadería tropical. Cuenta con 22 investigadores.

- Cuatro Milpas, sobre producción bovina y caprina y sobre producción de leche en el altiplano. Tiene cinco académicos.

- Rancho San Francisco, sobre ganado de carne de bovino. Participan de cinco académicos.

- Chapa de Mota, Centro agrosilvopastoril. Cuenta con cinco académicos.

La extensión en estos centros abarca cursos de capacitación a ganaderos, especialistas y técnicos, visitas a productores y la realización de un “Día del Ganadero” en el que se presentan resultados.

En la consulta realizada en los centros de investigación se encontró que en el CEIGT de Martínez de la Torre se ha desarrollado una propuesta para la producción ganadera basada en el uso adecuado del recurso forrajero. Se parte de considerar que 27% de la superficie de México es trópico y tiene un alto potencial ganadero.

Funciones del CEIGT

- Formación de personal técnico debidamente capacitado.
- Generación de tecnologías apropiadas de producción por medio de la investigación.

- Divulgación de sus investigaciones.

Las líneas de trabajo del CEIGT se encuentran en los siguientes módulos de producción:

- Producción de vaquillas F1, holstein-cebú.
- Producción de leche.
- Producción de carne, bovinos y ovinos.
- Producción acuícola.

En este centro, actualmente se desarrolla una tecnología para optimizar la eficiencia productiva ganadera tropical de doble propósito, para difundir en el sector sistemas de producción integrales que sean rentables y utilicen adecuadamente los recursos. En esta perspectiva se incluyen los siguientes trabajos:

- La producción de vaquillas F1, acompañada de investigación sobre sistemas de crianza y desarrollo que permitan incorporar vaquillas al hato productivo a una edad más temprana.
- Investigación sobre pastoreo de alta densidad para optimizar el recurso forrajero.

Lo anterior permite el incremento de la carga animal por hectárea, el mejoramiento de la calidad de los suelos y de la pradera y el uso del cerco eléctrico, todo lo cual se refleja en menores costos de producción.

El modelo abarca hasta la comercialización y los procesos industriales. En este último punto se toma en cuenta la estacionalidad de la producción con la idea de buscar un proceso que proporcione a la leche una mayor vida de anaquel y conservarla en polvo, por ejemplo para las épocas en que no hay producción.

Se tiende a la intensificación pero considerando los matices de las condiciones ecológicas de cada área, se busca la articulación con la agricultura, por una parte, y con el sector comercial, por otra.

La ID en la producción de lácteos. En consulta con empresas y con especialistas encontramos que existe un elevado déficit en la formación de profesionales y en el desarrollo tecnológico en el área de lácteos en general.

No hay carrera de formación de lactólogos, sólo tecnólogos e ingenieros en alimentos. Se adquiere o se pretende una especialización, mediante el trabajo de tesis, ya sea de licenciatura, maestría o doctorado.

En un trabajo del doctor Pablo Pérez Gavilán (1994), encontramos indicadores que ilustran lo limitado de esta especialización. De un análisis de tesis realizadas en diez años (1980-1990) en las principales universidades y centros de educación superior del Distrito Federal y zonas cercanas, se encontró que 182 abordan diferentes temas sobre leche y lácteos, y arrojan el siguiente resultado: el tema más estudiado es el económico, le sigue el de control de calidad y, finalmente se encuentran los estudios sobre la producción, los aspectos nutricionales y normativos, tema este último de gran importancia en la actualidad pero del que se ocuparon muy pocos trabajos. En términos generales, esta revisión nos indica que la investigación es deficiente en cantidad y calidad y falta personal capacitado.

Existen maestrías en alimentos en la Universidad Iberoamericana, en la Facultad de Química de la UNAM, en la Escuela de Ciencias Biológicas del IPN y en otras universidades fuera de la zona metropolitana: Sonora, Guaymas, Durango, Chihuahua, Querétaro y Guadalajara.

El doctorado más cercano es el de Biotecnología, del CCH de la UNAM.

Finalmente, se detectaron tres grupos de ID en México que trabajan en esta área:

- Departamento de Biotecnología, de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), plantel Iztapalapa.

- Facultad de Química, UNAM.

- Instituto de Biotecnología, UNAM.

Los organismos que tienen estrecha relación con la producción:

- La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

- La CNG (asociaciones locales con cuando menos diez ganaderos).

- Asociaciones de profesionales.

Las instituciones de investigación y de educación superior siguientes:

- INIFAP.

- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

- UAM.

- Universidad Agropecuaria Autónoma "Antonio Narro".

- Universidad Autónoma de Chapingo.

- Colegio de Postgraduados.

Los organismos de la industria:

- Canilec.

- Canacindra.

Existió un Instituto Nacional de la Leche, gubernamental, que luego se transformó en la Comisión Nacional para Fomento y Aprovechamiento de la Leche, A.C., y finalmente desapareció.

A manera de resumen cabe destacar cómo el proceso de desarrollo tecno-

lógico fue generando un sector productivo de rasgos “altamente idiosincráticos” (Katz, 1986), que lo hace diferente a su correspondiente en los países desarrollados:

1] Se trata de industrias que imitan desarrollos técnicos ocurridos varios años antes en el mundo industrializado. O cuyo uso no está aprobado en los países desarrollados.

2] La producción se destina al mercado interno el cual se conforma de grupos minoritarios de altos y medianos ingresos, que significa una seria limitación para el crecimiento que lleva a la diversificación orientada a los productos muy elaborados e incluso a modificar la presentación del producto.

3] La existencia de un mercado protegido impidió la integración productiva; se puso atención a los procesos más cercanos al consumo final y tecnológicamente más sencillos y quedaron pendientes los bienes de capital y los procesos de mayor complejidad. Esta situación se ha agravado ahora por la apertura comercial que propiciará aún más la dependencia de proveedores extranjeros.

4] Se generó un tipo de planta ineficiente en tanto que maneja volúmenes menores a los que requiere su capacidad instalada, de tal manera que un alto porcentaje de ésta permanece ociosa, aunque en los últimos años se ha buscado utilizarla con el procesamiento de otros productos. Así, en el caso de las pasteurizadoras (Alpura) se han diversificado a la pasteurización y envasando de jugos y hasta agua.

5] En el campo se presentan problemas más específicos, que afectan al sistema ecológico por la destrucción de bosques, lo que significa, además del desperdicio de recursos, una pérdida difícilmente reparable para las condiciones de vida de la población.

6] Si bien la mayor parte de la producción de leche se obtiene de los sistemas especializados, éstos se encuentran debilitados porque se ubican en regiones con problemas de escasez de agua y emplean insumos del exterior; en cambio, en el trópico encontramos un gran potencial que hace falta aprovechar racionalmente. Es en estas zonas donde se puede iniciar una labor de vinculación entre productores e instituciones de investigación para incorporar innovaciones tecnológicas que permitan alcanzar ciertos niveles de competitividad.

Los retos que se enfrentan no son fáciles de remontar, la misma política que ha abierto el mercado desregula la actividad económica y se integra, en este caso, en una zona de libre comercio con Estados Unidos, lo que entraña un esfuerzo mayor para los productores de lácteos, quienes no sólo tendrán que producir, sino que deberán hacerlo competitivamente en cuanto a

precios, calidad y diversificación de sus productos. El mismo esfuerzo se requiere para los productores de leche fresca.

En una alternativa de proyecto más amplio debemos avanzar en dos direcciones para conseguir una mayor asimilación de las formas de producción más tecnificadas, con tecnologías alternativas que usen más intensamente insumos nacionales y tengan una mayor integración con la industria de materiales intermedios y de bienes de producción.

A mediano plazo esto se puede lograr si se crea un núcleo endógeno, que dé respuesta a las necesidades de la producción en las condiciones de nuestro país, que considere la selección y capacidad de adaptación e incluso la generación de innovaciones tecnológicas que permitan reducir la brecha en los sistemas especializados, cuando menos en cuanto a la disminución de costos, y que busquen y practiquen formas de producción más adecuadas a las condiciones geográficas, que al mismo tiempo hagan posible un mayor aprovechamiento de los recursos naturales.

REFERENCIAS

- Del Valle, María del Carmen (1993), "La leche, alimento básico o bien suntuario", en *Los retos de la soberanía alimentaria en México*, UNAM, Juan Pablos Editor, pp. 233-268.
- FIRA, Banco de México (1994), *Elementos de análisis de las cadenas productivas. Leche*, documento técnico, 72 pp.
- Grupo Financiero Serfin (1995), "Productos lácteos", en *Anuario Sectorial 1995*, pp. 25-27.
- Katz, Jorge (1986), *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana. El caso de la industria metalmecánica*, Buenos Aires, Estudios sobre desarrollo tecnológico patrocinados por BID, CEPAL, CHD, PNUD.
- Pérez-Gavilán, Pablo (1995), "Estado de la investigación y formación profesional en leche y lácteos en México", ponencia presentada en el Centro para la Innovación Tecnológica en el marco del Seminario de Innovación Tecnológica en la Agricultura y las Agroindustrias en México, marzo.

ESTRUCTURA ACTUAL DE LA INDUSTRIA SEMILLERA EN MÉXICO ANTE EL CAMBIO INSTITUCIONAL

Guillermo Pérez Jerónimo*
Eduardo Benítez Paulín**

INTRODUCCIÓN

La semilla contiene en sí misma la evolución de las diferentes tecnologías aplicadas sobre ella o sobre las plantas de donde proviene con el fin de ampliar sus capacidades productivas. Asimismo, a partir de ella se articulan diversas actividades industriales y comerciales que participan en la competencia por el mercado.

En la actualidad la semilla ha cobrado una importancia inusitada en el mercado internacional de bienes ya que representa en forma sintética una innovación tecnológica que requirió un amplio soporte financiero para programas de investigación y desarrollo. Por esa razón, quien actualmente obtiene nuevas variedades mejoradas de plantas demanda protección legal para resguardar sus inversiones y tener el usufructo exclusivo de ellas.

El desarrollo de la industria semillera en México tiene varias vertientes para su análisis; una es la amplia biodiversidad del territorio nacional y la diversa tecnología agrícola nativa generada por milenios y que ha hecho posible la evolución y el resguardo de tal biodiversidad; la otra vertiente se inscribe en la transferencia internacional de la tecnología biológica producto de la investigación científica formal.

Convencido de que el desarrollo agrícola es una condición necesaria para la industrialización y el crecimiento general del país, el Estado mexicano optó en la década de los cuarenta (1943) por crear una fuerte infraestructura para transferir los adelantos que en materia de tecnología biológica se lograban en los países desarrollados, concretamente en Estados Unidos.

Como resultado de esa vía de desarrollo agrícola se creó una red de campos experimentales y un sistema de educación e investigación agrícolas para

* Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-Xochimilco.

** Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

formar personal capacitado para producir tecnología adaptable al país a partir de la tecnología prototipo del exterior.

Este modelo de innovación tecnológica en la agricultura, inducida principalmente por el Estado, se consolida en 1961 con la formación de un primer núcleo generador de tecnología, conformado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), la Productora Nacional de Semillas (Pronase), el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), el Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP) y un Comité Evaluador de las mismas (CCVP), que queda representado en el siguiente esquema:

INIA → Pronase → SNICS → RNVP → CCVP

Articulado a este núcleo se conformó otro para que se encargase de transferir al sector productivo la tecnología generada. En este segundo núcleo, también de empresas estatales, participaban principalmente el Servicio Nacional de Extensión Agrícola, el Banco Nacional de Crédito Rural (Banrural) y la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA); lo que quedaría representado en el siguiente esquema:

Extensión agrícola → Banrural → ANAGSA

De lo anterior se puede apreciar que en la estrategia del desarrollo agrícola del país tiene preeminencia el sector público, con una política de fomento y control sobre la generación y transferencia tecnológica.

La tecnología de la variedad mejorada de plantas cultivadas se desarrolla y consolida en el periodo de 1943-1982, en que los protagonistas fueron las empresas públicas. La iniciativa privada aparece en el decenio de los sesenta, enfocada a la parte más dinámica del mercado de insumos agrícolas (maquinaria y agroquímicos) y a la comercialización de semillas que el sector público no tenía capacidad de producir y comercializar.

La tecnología que generó el sector público tenía como característica fundamental la de ser un *bien público*, de libre acceso, no apropiable por alguien en particular para el usufructo exclusivo y tenía el propósito de permitir al país un abasto alimentario por lo menos en granos básicos y no el de buscar la competitividad en los mercados internacionales.

Como consecuencia de la caída del precio internacional del petróleo y del elevado endeudamiento del país, en 1982 se aplicaron políticas de ajuste que provocaron una brusca contracción del gasto público que desaceleró el crecimiento de la economía.

A partir de 1983 el gobierno mexicano puso en práctica políticas de cambio estructural que condujeron a la economía mexicana a otro patrón de desarrollo cuyo rasgo esencial es su nuevo tipo de inserción en los mercados internacionales mediante la apertura comercial, el repliegue productivo del Estado y el fortalecimiento de las fuerzas del mercado (Aboites, 1995).

El repliegue productivo del sector público (contracción del gasto público) ha sido ruinoso, principalmente en las actividades en las que el sector público ejercía un control exclusivo, como es el caso del sistema de generación y transferencia de tecnología agrícola. La severidad del plan de ajuste dejó sin financiamiento actividades estratégicas para el desarrollo agrícola nacional.

En este entorno, se han delineado nuevos protagonistas que manejan la industria semillera en México. En primer lugar se identifica a la empresa trasnacional como la única con amplia capacidad para realizar actividades de investigación y desarrollo y por tanto generar nuevas variedades mejoradas; en segundo está el sector oficial con presupuesto sumamente reducido, en tercero la empresa privada nacional con escasa capacidad para realizar actividades en investigación y desarrollo y cuya actividad principal es multiplicar y comercializar semillas; en cuarto, el llamado "sector social", formado por patronatos, uniones de productores, sociedades de producción rural que multiplican y comercializan semillas; en quinto término aparece el sector marginal de tecnología tradicional, con creciente desventaja tecnológica en comparación con los otros sectores, pero el cual es el único sector que conserva, mejora y protege en cierta medida el germoplasma nativo en por lo menos 30 000 nichos ecológicos en todo el país. Finalmente, desplazándose en todo el sector productivo aparece el comercio fraudulento de las *semillas pintadas*.

Como consecuencia de la inserción a la economía mundial, el Estado mexicano se ha visto en la necesidad de signar diversos convenios internacionales (GATT, hoy OMC; TLC, UPOV) que lo obligan, entre otras cosas, a legislar sobre la protección de la propiedad intelectual en todas las áreas tecnológicas.

Ante este planteamiento, el gobierno mexicano elabora una legislación para proteger el derecho de los obtentores de nuevas variedades vegetales con el fin de tener acceso a la transferencia internacional de tecnología y arribar a los mercados internacionales.

Nuevamente estamos con las mismas preocupaciones que en el decenio de los cuarenta, ¿cómo acceder a las nuevas tecnologías de los países líderes?, pero ahora con el agravante de que se sufre una profunda crisis económica y la virtual desaparición de las empresas estatales generadoras de tecnología.

Es pertinente preguntarnos cuál debe ser la estrategia del Estado mexicano y cómo debe organizar la investigación para suministrar nuevas variedades mejoradas a todos los sectores de productores agrícolas, para lograr tanto la autosuficiencia alimentaria como la competitividad en los mercados internacionales.

TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA

Como producto de la inversión pública y privada en investigación y desarrollo, los países industrializados habían logrado ya, en 1930, adelantos importantes en materia de tecnología agropecuaria que los situaba a la vanguardia en la oferta internacional de tecnologías. En efecto, la industria mecánica había desarrollado maquinaria e implementos agrícolas que relevaron definitivamente tanto la mano de obra como la tracción animal; los fertilizantes químicos y las semillas mejoradas de alto rendimiento sustituyeron la oferta inelástica de tierras agrícolas, es decir; lo que antes se producía en cinco hectáreas ahora es posible obtenerlo en una (Ruttan y Hayami, 1989).

Estas tecnologías, que provenían de la industria química, de la mecánica y de la biológica, empezaban a difundirse, ofrecerse y transferirse internacionalmente.

Por medio del mercado se difundieron rápidamente las tecnologías mecánicas y químicas (tractores, fertilizantes e insecticidas), introduciéndose las extensiones que se abrían a la agricultura de riego (La Laguna, Noroeste, Bajío y Noreste) en el caso mexicano, donde comenzaron a usarse sin ninguna adaptación especial tanto maquinaria como agroquímicos.

Sin embargo, la transferencia directa de tecnología biológica de los países desarrollados hacia los en desarrollo fue un fracaso. El caso más ilustrativo lo ofrece la obtención del maíz híbrido. El desarrollo de éste se ha presentado como la contribución más importante de la biología aplicada en la primera mitad del siglo xx (Ruttan y Hayami 1989). Su descubrimiento en Estados Unidos revolucionó la producción y el rendimiento por unidad de superficie a partir de 1930. Sin embargo, varios factores se combinan para limitar la adaptabilidad geográfica de los maíces híbridos: son especialmente sensibles a los cambios de temperatura y de fotoperiodo, al suministro de humedad y a una serie de patógenos, de tal forma que la mayoría de las variedades híbridas son exclusivas de la localidad donde se generan. El proceso de obtención de un material híbrido es el que le confiere esta restricción adaptativa. Además, la progenie de la segunda generación

de un híbrido tiene un rendimiento marcadamente inferior en relación con su progenitor; al agricultor no le conviene guardar semilla de su propia cosecha, sino que debe comprar nueva semilla híbrida en cada ciclo agrícola. En consecuencia, el éxito del desarrollo y de la difusión de las variedades comerciales del maíz híbrido dependió de la evolución de un sistema nacional cada vez más complejo de investigación, desarrollo, distribución y educación agrícola que implicaba una colaboración estrecha entre todos los organismos públicos participantes en esta tarea.

LA NUEVA COMPOSICIÓN DE LA INDUSTRIA SEMILLERA

El repliegue productivo del Estado va a tener efectos devastadores en todos los aspectos de la economía nacional.

A partir de 1985 es notable el deterioro que empiezan a experimentar todas las empresas paraestatales que aún no se habían privatizado. Tal es la suerte que corrieron las empresas estatales, que generaban y transferían la tecnología agrícola. El sistema de investigación y producción de semillas mejoradas INIFAP-Pronase se va reduciendo al igual que el sistema que posibilitaba la transferencia de tecnología (Banrural y la ANAGSA) hasta que finalmente se desarticulan en 1990. Todo el sistema de generación y transferencia de tecnología estatal sufre tal descomposición que la Pronase pierde la capacidad de producir semilla mejorada y sólo se limita a cuatro cultivos básicos (maíz, frijol, trigo y arroz), retirándosele el presupuesto federal.

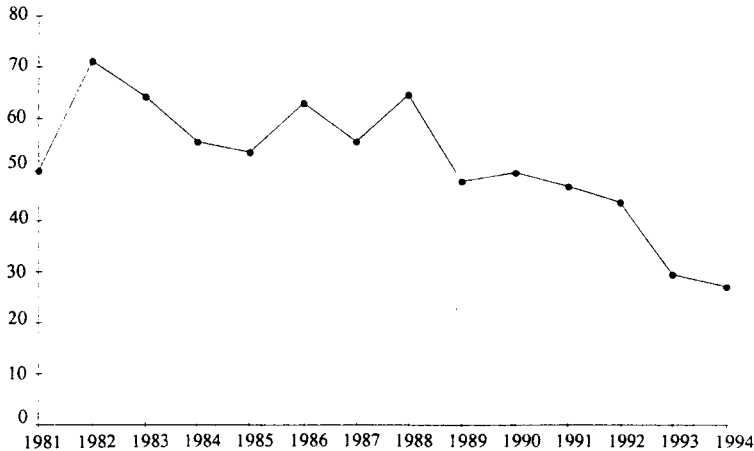
El Banrural se vio imposibilitado para exigir a sus acreditados el uso de semillas mejoradas recomendadas por la Secretaría de Agricultura como condición para el otorgamiento del crédito. Antes de 1985, la Pronase vendía hasta 65% de sus materiales por este medio.

El colapso del sistema oficial en esta materia permitió que las empresas privadas, nacionales y transnacionales, irrumpieran en este campo, que a pesar de sus vaivenes no deja de ser un atractivo, pues deben cubrirse las necesidades de semilla para 14 millones de hectáreas aproximadamente.

En efecto, de manera conjunta los nueve cultivos (arroz, frijol, maíz, trigo, algodón, soya, cebada, sorgo y cártamo) que nos ocupan en este análisis demandan en cada ciclo agrícola aproximadamente medio millón de toneladas de semilla certificada, para los 14 millones de hectáreas, cuya cobertura teórica, por otro lado, apenas ha llegado a 30% en los últimos ciclos agrícolas, como se observa en la gráfica 1.

Si bien es cierto que la presencia de la empresa privada, tanto nacional como transnacional, de semillas opera en el país desde los años sesenta, és-

GRÁFICA 1
COBERTURA TEÓRICA CON SEMILLA CERTIFICADA
DE LOS NUEVE PRINCIPALES CULTIVOS: MAÍZ, ARROZ, SORGO, TRIGO,
FRIJOL, ALGODÓN, SOYA, CEBADA Y CÁRTAMO
(Porcentajes)



FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

tas se dedicaban a importar y comercializar semillas de hortalizas, frutas, algodón y pastos. Su estrategia consistía en ofrecer en sus establecimientos la semilla, el fertilizante, la maquinaria y el asesoramiento para el mejor uso de este paquete. La empresa trasnacional se caracterizó por ser un organismo clave en la expansión de nuevos cultivos en áreas de riego o de buen temporal (sorgo, soya y cártamo) que transformó el patrón de cultivos en el agro mexicano (Barkin y Suárez, 1983).

En 1968 se creó la Asociación Mexicana de Semilleros, A.C. (AMSAC) para que organizadamente enfrentaran las restricciones que imponía la legislación mexicana en materia de semillas en materia de importación, exportación e investigación.

La estrategia de las empresas nacionales de semillas fue importar semillas comerciales y también materiales "básicos" de Estados Unidos para multiplicarlos y comercializarlos.

Para el decenio de los setenta se habían establecido en el país unas 17 empresas trasnacionales (Barkin y Suárez, 1983). Traían el material básico de sus casas matrices en Estados Unidos y la mayoría estableció plantas beneficiadoras y bodegas refrigeradas para preservar la germinación de las semillas. De esta manera controlaron el comercio de semillas de cultivos con mayor rentabilidad (sorgo, hortalizas y oleaginosas).

A principios de los setenta aparecieron en el mercado nacional de semillas las asociaciones de productores, caracterizándose por el manejo de volúmenes considerables de semillas mejoradas (trigo, arroz, soya, cártamo, garbanzo, algodón, cacahuete y algunas hortalizas) en las zonas más prósperas del país. Dichas asociaciones siguieron recibiendo material básico del INIA (hoy INIFAP) para multiplicarlo y comercializarlo; también financian actividades de investigación de este Instituto, concentrando sus actividades en semillas de mercado seguro.

Si bien la empresa privada opera en México desde 1960, es con la nueva legislación sobre producción, certificación y comercialización de semillas que se convierte en el protagonista de la industria semillera del país.

La nueva Ley de Semillas desregula las importaciones, permite que la certificación de las mismas la efectúen particulares, no restringe la libre circulación de semillas, permite el acceso a los materiales básicos del INIFAP y señala que la investigación no es exclusividad de éste.

Podemos interpretar que esta ley abre un espacio de gran libertad para el comercio de "semillas mejoradas".

Un análisis más detallado de la industria semillera nos muestra ciertas tendencias de su comportamiento:

1] Se han delineado tres sectores: oficial, privado y de productores, claramente definidos por el *tipo de actividad* que realizan dentro de la industria semillera, por el *volumen de semilla* que manejan, por sus *capacidades tecnológicas* y por el monto de sus *inversiones en investigación y desarrollo*.

2] Sobresale el hecho de que cinco empresas trasnacionales: Semillas Híbridas Dekalb, Híbridos Pioneer de México, Asgrow Mexicana (recientemente adquirida por empresarios mexicanos), Cargill de México y Northrup King, tienen capacidad para realizar actividades de investigación y desarrollo, producción, mercadotecnia y comercialización de semillas, y solamente dos nacionales, Ceres Internacional y Semillas Tacsá, pueden realizarlas (López y Pereira, 1994).

El sector oficial ha perdido capacidad de realizar actividades de mercadotecnia y de comercio, en tanto que el sector social, compuesto en su mayor parte por asociaciones de productores agrícolas, centra su actividad en la producción y comercialización de semillas.

3] En la inversión en fitomejoramiento, para maíz por ejemplo (cuadro 1), se observa que en 1992 el sector público todavía participaba con 59% y el sector privado con 41% (López y Pereira, 1994). Sin embargo, según declaraciones del Director del INIFAP para 1995 éste no cuenta con presupuesto para tal actividad, lo que coloca al sector privado automáticamente con proporciones de casi 100% de inversión, aunque realmente no hayan incrementado sus inversiones.

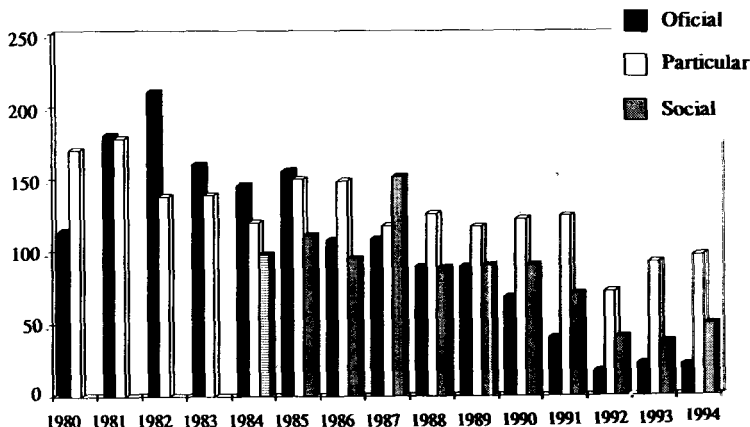
4] Con respecto a la producción de semillas certificadas (de los nueve cultivos señalados), por sector productivo y por año, podemos observar (gráfica 2) que a partir de 1986 la producción del sector oficial empieza a declinar casi linealmente de 150 000 toneladas en 1985 a 20 000 en 1994, en tanto que el sector particular se sitúa alrededor de las 100 000 toneladas en 1994. También se observa que la producción de semillas ha descendido de modo notable en los tres sectores.

CUADRO 1
MÉXICO: INVERSIÓN DE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO
EN MEJORAMIENTO DE MAÍZ, 1992

Sector	Inversión total en mejoramiento (millones de nuevos pesos)	Número de fitomejoradores		
		Lic./M.C.	Doctorados	Total
Sector público				
INIFAP	5.5	61	4	65
Otros	1.0	8	2	10
<i>Total</i>	6.5	69	6	75
Sector privado				
Compañías nacionales	0.7	10	0	10
Compañías multinacionales	3.8	19	5	24
<i>Total</i>	4.5	29	5	34
<i>Total</i>	11.0	98	11	109
Participación del sector privado (%)	41.0	30	45	31

FUENTE: López Pereira y García (1994).

GRÁFICA 2
 PRODUCCIÓN DE SEMILLAS CERTIFICADAS POR SECTOR PRODUCTIVO
 (Miles de toneladas)



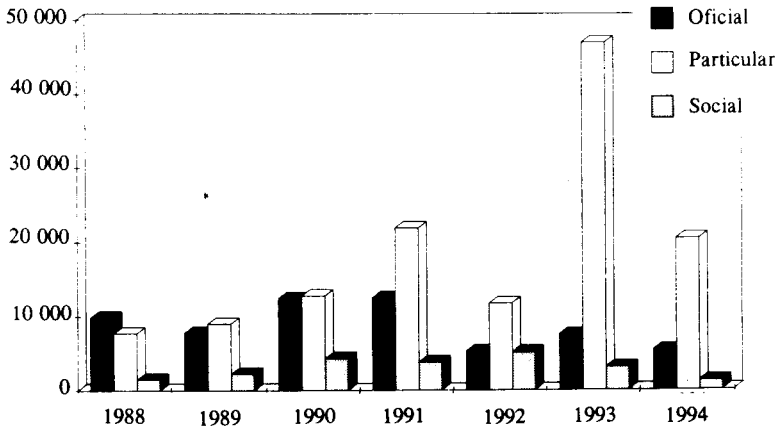
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos estadísticos del SNICS, 1995.

Como se aprecia el sector particular cubre con rapidez los mercados de semillas que no le eran atractivos hace unos cinco años, como el caso del maíz (gráfica 3). Las políticas de precios atractivos, como es el caso de Sinaloa donde las empresas Pioneer y Asgrow compiten con ventaja con los materiales del INIFAP-Pronase; estas empresas han introducido al mercado sus propios híbridos o inclusive materiales semiterminados por el CIMMYT, ya que este Centro Internacional mantiene la política de libre acceso a sus materiales.

El caso del trigo también merece una atención aparte. En la gráfica 4 se observa que el sector particular tiene una participación en el mercado muy por encima a la del oficial. Sin embargo, son pequeños empresarios nacionales los que concurren al mercado ya que a las empresas trasnacionales no les interesa producir semilla mejorada de un cultivo autógeno cuya semilla de la cosecha comercial la retiene el agricultor para no volver a comprar semilla certificada por varios años; lo mismo sucede con el frijol.

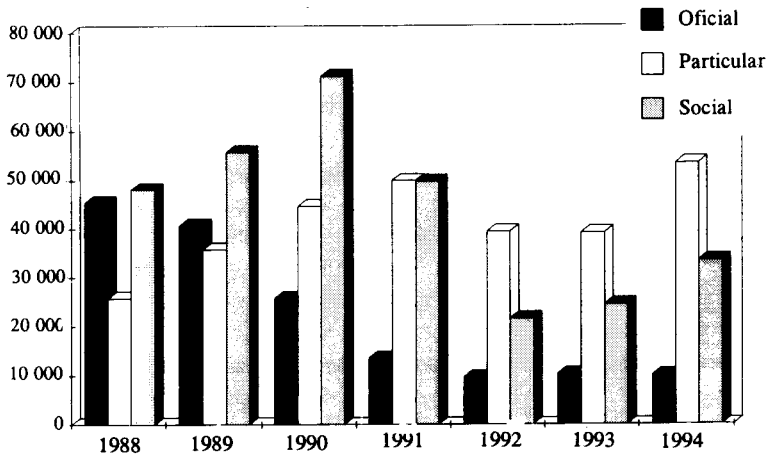
En el caso del sorgo, un cultivo en donde el sector particular ha tenido exclusividad, se observa (gráfica 5) que a partir de 1989 empieza a haber una fuerte contracción en el mercado de semillas de este cultivo ya que las

GRÁFICA 3
PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA
CERTIFICADA DE MAÍZ POR AÑO Y POR SECTOR
(Toneladas)



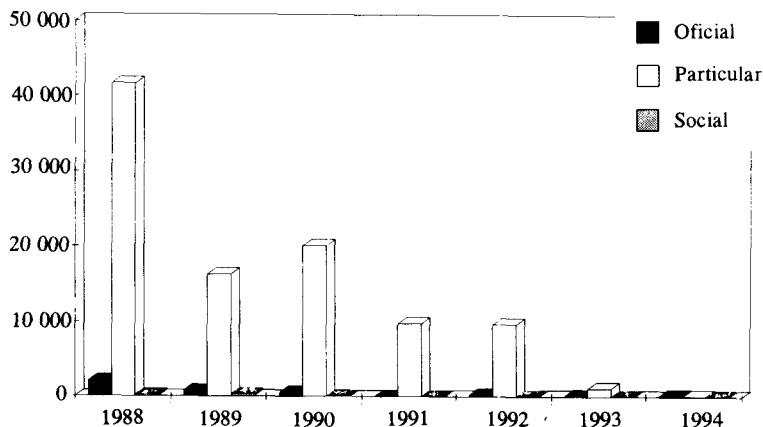
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos estadísticos del SNICS, 1995.

GRÁFICA 4
PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA
CERTIFICADA DE TRIGO POR AÑO Y POR SECTOR
(Toneladas)



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos estadísticos del SNICS, 1995.

GRÁFICA 5
PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA
CERTIFICADA DE SORGO POR AÑO Y POR SECTOR
(Toneladas)



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del SNICS, 1995.

empresas agroindustriales prefirieron importar el grano comercial ya que se podía conseguir un menor precio en los mercados internacionales de granos. Las empresas particulares de semillas redujeron su producción en espera de que este cultivo repunte.

Existe también el sector de productores marginales y semimarginales que no concurren al mercado de semillas mejoradas, sino que ellos mismos producen las suyas.

En el cuadro 2 se aprecia que en las siembras de temporal las variedades nativas cubren 82% de la superficie y en el ciclo de otoño-invierno (de riego) las variedades criollas cubren 48% de la superficie sembrada, lo que muestra la importancia y el potencial de estos materiales, aunque también podríamos afirmar que falta difusión de los materiales mejorados o no existen variedades mejoradas para 80% de la superficie que se siembra bajo temporal. Lo que resulta más desalentador es observar que casi 50% de la superficie con riego está desaprovechada pues no se siembra con variedades mejoradas, cuyo potencial de rendimiento está muy por encima de lo que se espera con las variedades criollas.

CUADRO 2
UTILIZACIÓN DE SEMILLA EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

<i>Ciclo y variedad</i>	<i>Superficie %</i>	<i>Densidad de siembra (kg/ha)</i>
<i>Primavera-verano</i>		
Nativas	82.2	20.6
Mejoradas	17.8	
H-507	3.2	13.1
Tuxpeño	2.5	19.1
H-503	1.4	16.6
Tacea B4	1.2	21.3
Celaya 2	0.5	20.3
Otros	9.0	
<i>Otoño-invierno</i>		
Nativas	48.4	20.6
Mejoradas	51.6	
Pioneer 3147	7.8	20.9
Growers 2340	6.1	20.6
Growers F-6	5.1	21.6
H-422	3.3	17.8
Asgrow 132	3.1	22.3
Asgrow 405	2.9	20.2
Breve Padilla	2.5	15.5
Tuxpeño	1.9	19.6
H-507	1.3	16.9
Llera 3	1.0	19.6
Otros	16.6	

FUENTE: Matus, Puente y López (1990).

PROPIEDAD INTELECTUAL

El tema de la propiedad intelectual ha suscitado un amplio debate en el medio académico sobre la importancia y las connotaciones de la protección de aquélla.

Existen convenios internacionales, entre ellos el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT); el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC); la Unión de Países para la Protección de los Derechos de los Obtentores Vegetales (UPOV), que regulan el comercio internacional y a los cuales México se ha adherido. En ellos se plantea, en términos

generales, que para que existan flujos externos de tecnología de las naciones líderes hacia los países en vías de desarrollo es indispensable que éstos tengan una legislación que proteja a los propietarios de tales tecnologías, para que no sean objeto de copias sin pagar las regalías correspondientes. De esta forma protegen sus altas inversiones en investigación y desarrollo.

Las variedades mejoradas de plantas entran en el campo de las innovaciones tecnológicas y por tal motivo estos convenios de comercio exigen la protección del derecho de los obtentores vegetales (DOV).

Es un hecho que en México el Congreso de la Unión está por aprobar la Ley Federal de Protección de los Derechos del Obtentor de Variedades Vegetales (DOV). Sin embargo, consideramos que aún no se ha tomado conciencia en los distintos medios de los efectos que esta legislación pudiera tener, tanto para la inversión extranjera como para la transferencia de tecnología que tanto se pregona.

Las empresas que realicen investigación y desarrollo y obtengan nuevas variedades mejoradas serán las beneficiadas por esta legislación.

En el cuadro 3 se resumen los objetivos gubernamentales de la ciencia y la tecnología, contrastándose dos periodos. El actual se caracteriza por la

CUADRO 3
OBJETIVOS GUBERNAMENTALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

<i>1970-1982</i>	<i>1983-1994</i>
<i>Objetivos de ciencia y tecnología en planes y programas gubernamentales</i>	<i>Objetivos de ciencia y tecnología en planes y programas gubernamentales</i>
i) El gobierno se propone ser el principal promotor del desarrollo tecnológico nacional.	i) Se propone que el sector primario se convierta en el promotor de la generación y asimilación de tecnología.
ii) Regulación para racionalizar, en términos de costos, los flujos externos de tecnología.	ii) Desregulación para aumentar la intensidad y difusión de los flujos de tecnología externa en el aparato productivo.
iii) Creación nacional de capacidades científico-tecnológicas para generar innovaciones endógenas.	iii) Creación nacional de capacidades científico-tecnológicas para aumentar la asimilación y difusión de los flujos externos de tecnología.
iv) Protección y promoción del proceso de investigación y desarrollo interno con el propósito de alcanzar mayor autosuficiencia tecnológica.	iv) Protección de los flujos externos de tecnología para aumentar su intensidad e incidencia en el aparato productivo nacional.

FUENTE: Aboites (1995).

desregulación, la protección de la tecnología y la creación nacional de capacidades para ser buenos seguidores de tecnologías. Sin embargo, conforme a la experiencia argentina, debemos señalar que si se desea que el Sistema DOV cumpla sus objetivos, se requerirá un sistema ordenado de semillas, que una autoridad competente administre la legislación y los institutos oficiales establezcan políticas de propiedad y licenciamiento. Ésta es una tarea pendiente en México.

CONCLUSIONES

1] El principal núcleo endógeno, del sector público, generador de tecnología agrícola (INIFAP-Pronase-SNICS), ha dejado de funcionar articuladamente y la permanencia de sus componentes cada día cobra menor importancia ante el retiro del apoyo financiero estatal.

2] El principal organismo de transferencia tecnológica banco-aseguradora ha desaparecido, lo mismo que su mecanismo de oferta tecnológica (crédito y aseguramiento condicionado al uso de la semilla mejorada), y en la actualidad los agentes privados están ofreciendo este servicio.

3] Ante el desmantelamiento de las empresas estatales productoras de semillas las empresas transnacionales son las protagonistas en esta industria con una fuerte influencia política y con mayor ventaja competitiva.

4] El sector privado de la industria semillera se enfoca únicamente a los cultivos y áreas más rentables de la agricultura nacional, dejando de lado a los pequeños agricultores y campesinos ante su creciente desventaja tecnológica.

5] Se ha abierto un espacio de gran libertad para el comercio de semillas, sin restricciones a la libre circulación, ni a las importaciones.

6] Ante la oportunidad de realizar negocios y frente al surgimiento de la biotecnología moderna, han aparecido organismos y convenios internacionales (UPOV, GATT, TLC), que exigen al Estado mexicano una legislación que proteja el derecho de los obtentores de las variedades vegetales como requisito para la transferencia internacional de tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboites, A.J. (1995), *Cambio institucional e innovación tecnológica*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Barkin, D. y B. Suárez (1983). *El fin del principio. Las semillas mejoradas y la seguridad alimentaria*, México, Océano y Centro de Ecodesarrollo.
- Hayami, Y. y W.V. Ruttan (1989), *Desarrollo agrícola. Una perspectiva internacional*, México, Fondo de Cultura Económica.
- López-Pereira, M.A. y C.J. García (1994). *The Maize Seed Industries of Brazil and Mexico: Past Performance, Current Issues and Futures Prospects*, México, CIMMYT.
- Matus, G.J., G.A. Puente y P.C. López (1990), *Biotechnology and Developing Country Agriculture: Maize in Mexico*, París, OCDE.
- SNICS (1994), Proyecto de Ley Federal de Protección de los Derechos sobre las Variedades Vegetales, México, DGPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

ELEMENTOS TECNOLÓGICOS EN LA AGROINDUSTRIA DE CÍTRICOS

Hilda Hernández Rojo*

INTRODUCCIÓN

En el marco de la investigación sobre la Innovación Tecnológica en la Agricultura y la Agroindustria, se seleccionó el estudio de los cítricos por cinco razones, principalmente: 1] no es un cultivo básico o de subsistencia, por lo que su importancia no obedece a una necesidad preponderantemente social; 2] tiene una trayectoria destacada de producción y de exportación, tanto en escala nacional como internacional; 3] existen expectativas interesantes de mercado, principalmente en productos industrializados; 4] como subsistema ha recibido atención y fomento gubernamental por más de 20 años, incluyendo importantes actividades de investigación; 5] hay numerosos trabajos sobre el análisis del subsistema de cítricos en México (véase la bibliografía), lo que permite una visión más sólida de la evolución de dicho subsistema. Estos cinco puntos, que se irán tocando en el desarrollo del documento, nos indican que estamos ante el caso de una agroindustria con interés comercial para México, a la cual se le han canalizado diversos recursos y que, por tanto, ha sido deseable que tenga una dinámica exitosa.

Sin embargo, en la literatura se reconoce que este subsistema ha tenido diversos problemas que han frenado su desarrollo. Principalmente se refieren a problemas técnicos como la aplicación inadecuada de labores culturales; heterogéneo grado de tecnificación (con reducida presencia de alta tecnología); inadecuado control fitosanitario y de fertilización, escasa investigación sobre manejo poscosecha y almacenamiento; escasa articulación en toda la cadena agroindustrial; maquinaria y equipo en su mayoría extranjeros; capacidades de planta subutilizadas, y problemas de exportación por la limitada infraestructura de carreteras, transporte y red de frío, entre otras.

La mayoría de estos problemas han recibido atención y se han obtenido algunos logros; en otros casos los resultados no han sido del todo satisfac-

* Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM.

torios y también existen casos de plazos largos en donde aún no se pueden apreciar los impactos. Pero en general la dinámica de este subsistema no ha sido la esperada.

De esta manera, vemos la necesidad de explorar aspectos que traspasen los problemas técnicos que se han detectado y atendido durante este tiempo. Es preciso distinguir que los aspectos técnicos son sólo una parte de los tecnológicos; éstos incluyen la organización de la información que reciben, generan y acumulan las organizaciones, y que repercuten en la actividad productiva.

OBJETIVO

En este trabajo pretendemos destacar la importancia de disponer y hacer uso adecuado de todos los elementos tecnológicos como una condición para el desempeño competitivo. Para ello exploramos los elementos tecnológicos con que cuentan algunas empresas agroindustriales de cítricos y cuáles tienen expresamente reconocidos. Dicho sondeo se generó mediante la evaluación de la actividad innovadora en cada empresa.

METODOLOGÍA

Se partió del diagnóstico de la primera fase de la investigación global sobre las capacidades tecnológicas de la industria alimentaria. Se encontró que las empresas grandes están mejor preparadas para construir ventajas competitivas; las pequeñas y medianas empresas, así como las asociaciones de productores, comparten un perfil con carencias similares, presentándose como áreas de atención inmediata la gestión de los recursos humanos, el manejo de sistemas de cómputo e informática, la gestión financiera y la función de ventas y mercadeo, áreas funcionales con un rezago notable. Un dato interesante es que las grandes empresas tienen deficiencias parecidas a las de las otras en cuanto a ventas y mercadeo, así como en la gestión financiera (Del Valle, Solleiro *et al.*, 1994).

El segundo elemento para la realización de este trabajo fue la revisión bibliográfica sobre cítricos generada por diversas instituciones. Asimismo, por medio del seminario permanente del proyecto, se revisaron otros temas complementarios, como el ámbito económico y la apertura, la agroindustria, el cambio tecnológico, la innovación tecnológica, la competitividad y la gestión de la tecnología, entre otros.

Uno de los principales elementos metodológicos de este trabajo es la aplicación de un cuestionario sobre la actividad innovadora que permitió identificar los elementos tecnológicos con que cuenta cada empresa. Este instrumento recopila información sobre las innovaciones que han realizado las empresas, las motivaciones para hacerlas, cómo se generan las ideas para innovar, los obstáculos, la relación con el entorno, la organización interna, el mercado, las estrategias tecnológica y competitiva, así como la gestión de los recursos humanos. Este cuestionario fue una adaptación del utilizado en el trabajo *Cien empresas innovadoras en Iberoamérica* (M. Wassbluth *et al.*, 1992).

IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS

En los últimos 20 años han aumentado los volúmenes de producción de cítricos y la superficie de cultivo, tanto en escala mundial como nacional; esto se ilustra en el cuadro 1 y la gráfica 1.

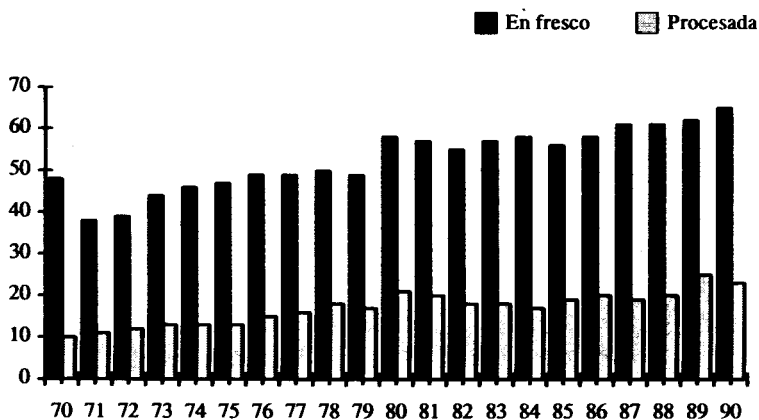
Los productos industrializados, particularmente el jugo concentrado de naranja, han tenido una dinámica de crecimiento aún más acelerada. De hecho, con base en la gráfica 2, una proyección de la producción de jugo sería visiblemente mayor que la proyección de la producción de naranja. Tomando este parámetro podríamos pensar, de manera simple, que hay expectativas interesantes de mercado para el jugo y una demanda insatisfecha de fruta para cubrir este mercado.

CUADRO 1
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE NARANJA EN MÉXICO
(Hectáreas)

Años	Áreas			
	en producción	plantada	total	plantada (%)
1979/1980	126.96	14.90	141.86	10.50
1985/1986	70.04	76.00	146.04	52.10
1986/1987	83.00	71.00	154.00	46.10
1987/1988	96.00	83.00	179.00	46.40
1988/1989	112.00	83.00	195.00	42.60
1989/1990	131.00	106.00	237.00	44.70
1990/1991	147.00	113.00	260.00	43.50

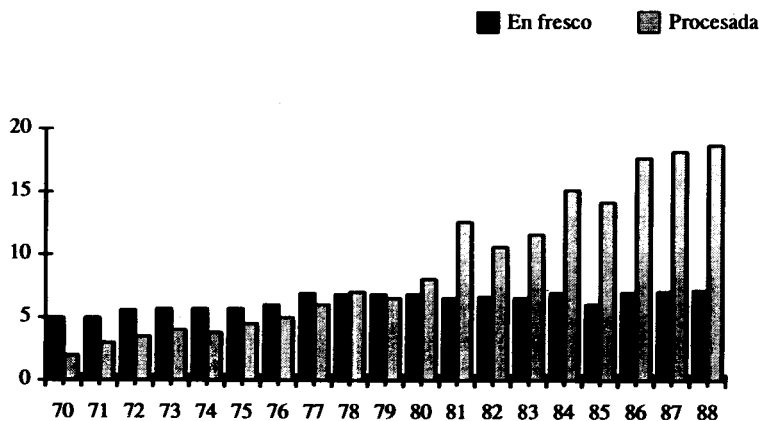
FUENTE: Calva *et al.*, 1991.

GRÁFICA 1
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CÍTRICOS
(Millones de toneladas)



FUENTE: Calva *et al.* (1991).

GRÁFICA 2
EXPORTACIÓN MUNDIAL DE CÍTRICOS
(Millones de toneladas)



FUENTE: Calva *et al.* (1991).

En México se cultivan más de 360 000 hectáreas de cítricos que representan 30% de la superficie de frutales del país y que generan 30% de la producción nacional frutícola. El consumo per cápita es de alrededor de 32 kg anuales (véase el cuadro 2).

La mayor parte de la producción de cítricos se basa en el cultivo de la naranja, tanto por su superficie como por su producción; en segundo lugar está el limón, le sigue la toronja y por último la mandarina (véanse las gráficas 3 y 4).

La mayor parte de la producción se destina al mercado nacional. México es un exportador relativamente pequeño de fruta fresca, así como de productos industrializados.

Cabe señalar que en los últimos 20 años la superficie cultivada de naranja y limón ha crecido de modo extraordinario y por tanto han aumentado los volúmenes de cítricos cosechados, pero no ha ocurrido lo mismo con la productividad, que ha tenido variaciones poco significativas.

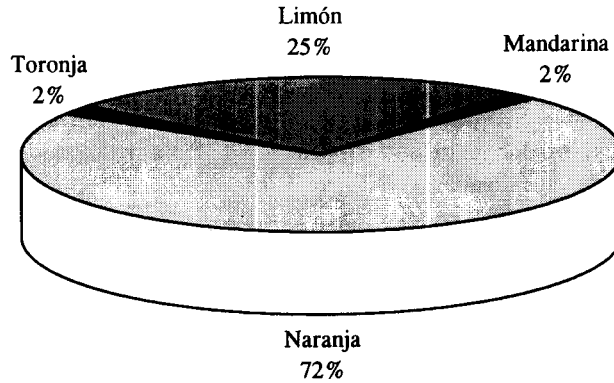
En escala mundial los países productores más importantes son: Brasil, con 13.7 millones de toneladas métricas (Mtm), Estados Unidos, 11.2 Mtm; China, 7.3 Mtm; España, 4.5 Mtm y en quinto lugar México, con aproximadamente 3.5 Mtm. Es interesante comentar que hace 20 años Estados Unidos ocupaba el primer lugar, pero fue desplazado por Brasil. Por otro lado, el país que más ha crecido en los últimos 20 años ha sido China (916%), lo que lo ha llevado a la tercera posición mundial (M. Cortés *et al.*, 1994) (véase la gráfica 5).

CUADRO 2
SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y CONSUMO PER CÁPITA
DE LAS CINCO PRINCIPALES FRUTAS, 1993

	<i>Superficie</i>		<i>Producción</i>		<i>Consumo (kg/hab.)</i>
	<i>1 000 ha</i>	<i>%</i>	<i>1000 T</i>	<i>%</i>	
Naranja	258	39.03	2 852	35.28	26.50
Mango	126	19.06	1 158	14.32	12.31
Limón mexicano y persa	105	15.88	975	12.06	8.96
Aguacate	93	14.07	754	9.33	8.92
Plátano	79	11.95	2 344	29.00	23.14
Total	661		8 083		79.83

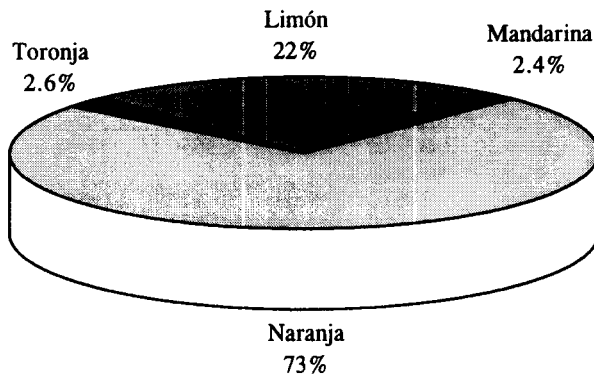
FUENTE: G. Gómez *et al.*, 1994.

GRÁFICA 3
SUPERFICIE SEMBRADA DE CÍTRICOS EN 1992



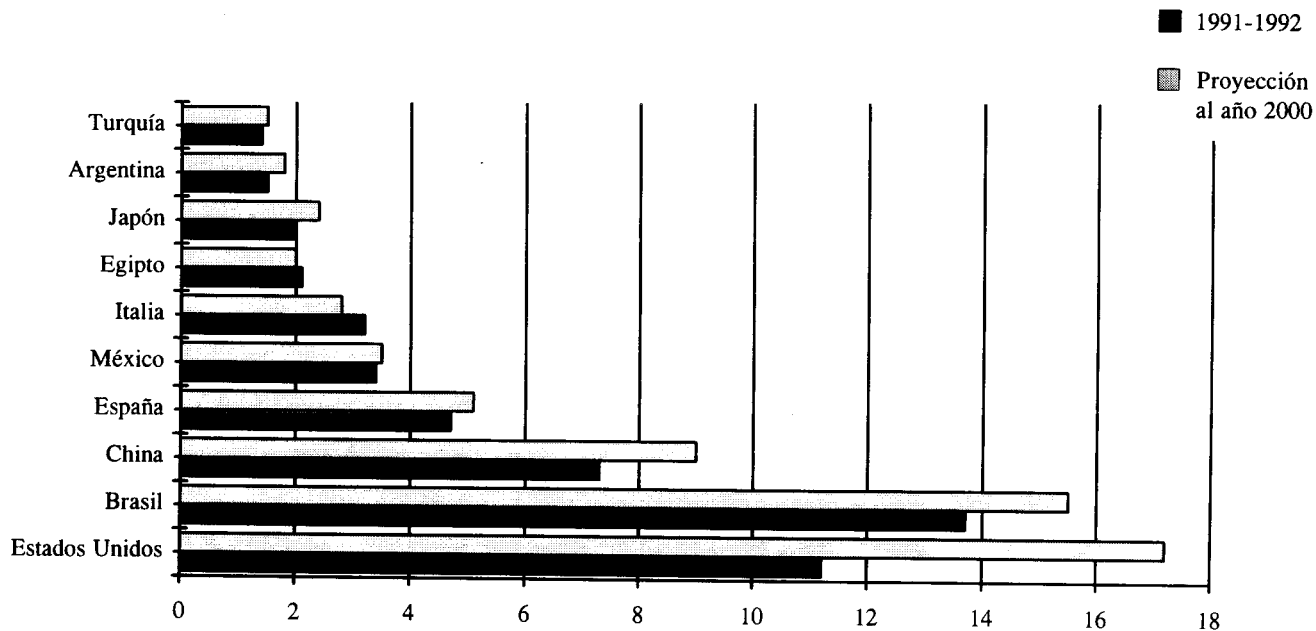
FUENTE: Elaborada con datos de M. Cortés *et al.*, 1994.

GRÁFICA 4
PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS EN 1992



FUENTE: Elaborada con datos de M. Cortés *et al.*, 1994.

GRÁFICA 5
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CÍTRICOS
(Millones de toneladas)



FUENTE: M. Cortés *et al.* (1994).

En las exportaciones en fresco, México ocupa el cuarto lugar en limón (en 1992), pero no califica de forma relevante en las exportaciones de naranja fresca (véanse los cuadros 3 y 4).

CUADRO 3
PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE LIMÓN
Y LIMA, 1991-1992
(Miles de toneladas)

España	320.0
Estados Unidos	132.0
Argentina	71.0
México	70.0
Italia	54.8
Grecia	15.0
Brasil	7.0

FUENTE: C. Gómez *et al.*, 1994.

CUADRO 4
PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES
DE NARANJA, 1990-1991
(Miles de toneladas)

España	1 153.9
Marruecos	340.0
Sudáfrica	340.0
Cuba	290.0
Grecia	275.0
Egipto	200.0
Israel	175.0

FUENTE: M. Álvarez C. (1994).

LA AGROINDUSTRIA

De la producción de cítricos 23 % se destina a la industria. Los principales productos industriales que se obtienen directamente son: aceites esenciales, jugo fresco, pasteurizado, concentrado, pulposo, clarificado y cáscara deshidratada. Generalmente todos se venden como insumos para otras industrias. Los aceites esenciales, por ejemplo, se usan en las industrias farmacéutica y alimentaria como fuente de sabor y aromas (un usuario importante es la empresa Coca-Cola); los jugos se utilizan en la preparación de bebidas refrescantes o se canalizan para ser envasados como jugos y néctares. Con la cáscara se obtienen pectinas, útiles como espesante de mermeladas y jaleas, aunque también la cáscara seca se vende para forraje.

De estos productos, los que tienen mayor relevancia comercial en México son el jugo concentrado y congelado de naranja (JCC) y los aceites esenciales de limón mexicano, productos que prácticamente se detinan a la exportación.

El principal comprador de estos productos mexicanos (y también de la exportación en fresco) es Estados Unidos, con más de 50%. A Canadá sólo se le remite cerca del 1 % de sus importaciones. Los principales competidores del país en JCC son Brasil, Alemania, Israel, los Países Bajos y Estados Unidos (véase el cuadro 5).

La preferencia por los jugos industrializados ha ido creciendo de manera importante desde principios de los años ochenta; esto ha provocado una reducción en las exportaciones de fruta fresca y un aumento en la demanda de jugos industrializados, sobre todo en los países desarrollados.

CUADRO 5
PAÍSES EXPORTADORES DE JUGO DE NARANJA
CONCENTRADO CONGELADO, CICLO 1990-1991
(Miles de toneladas)

Brasil	954.9
Alemania	130.8
Israel	108.0
Países Bajos	84.7
México	83.2
Bélgica y Luxemburgo	59.0
Estados Unidos	55.0
Marruecos	33.6
Italia	32.1

FUENTE: M. Álvarez C. (1994).

CAPACIDAD INSTALADA

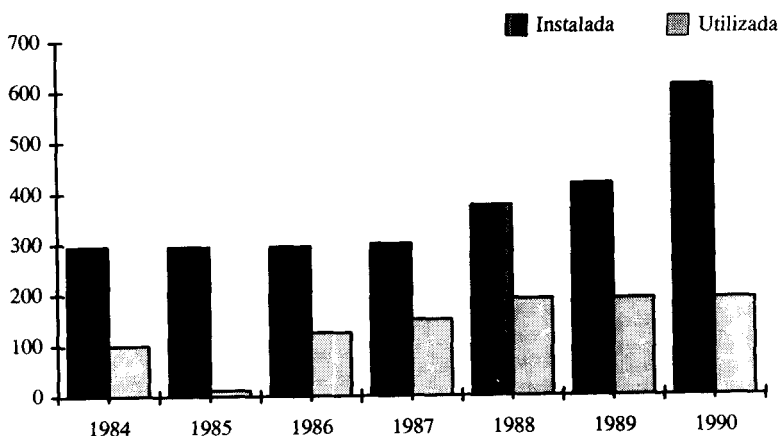
México cuenta actualmente con 26 plantas procesadoras de jugo de naranja en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz y Sonora. Con una capacidad instalada mayor a un millón de toneladas (considerando tres turnos y 90 días de producción máxima de cítricos), sólo se aprovecha aproximadamente 30% (SARH, Bancomext, 1993) (véase la gráfica 6). Ésta, no obstante, sería suficiente para procesar toda la producción del país.

El periodo efectivo de operación de las plantas es de cuatro a seis meses, pues el resto del año están paradas o trabajan a intensidades muy reducidas.

ABASTO

Lo anterior obedece, principalmente a que los cítricos tienen una temporada de producción de seis meses; la naranja tiene su principal época de cosecha en diciembre, enero y febrero, como se aprecia en el cuadro 6; otros cítricos están disponibles de octubre a enero y el limón se puede obtener desde mayo hasta noviembre.

GRÁFICA 6
UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA
(Miles de libras)



FUENTE: SARH, Bancomext (1993).

CUADRO 6
PRINCIPALES ÉPOCAS DE COSECHA EN MÉXICO

	<i>Ene.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
Naranja	■	■	■	■							■	■
Limón					■	■	■	■	■	■		
Mandarina	■									■	■	■
Toronja										■	■	
Lima	■										■	■

FUENTE: SARH, CGDA (1982).

En el resto del mundo las épocas de cosecha son muy similares, por tanto, no hay oportunidades reales de abastecimiento internacional, como se muestra en el cuadro 7.

Además, tiene prioridad el mercado en fresco y en muchos casos sólo se canalizan los excedentes a la industria o, en el caso del limón, la fruta que no califica para el mercado en fresco ("desechos"). Esta dificultad se

CUADRO 7
PRINCIPALES ÉPOCAS DE COSECHA POR PAÍSES
PRODUCTORES DE NARANJA

	<i>Ene.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
México (80%)	■	■	■	■	■					■	■	■
Brasil (70%)							■	■	■	■	■	■
Estados Unidos (70%)	■	■	■	■	■							
España (75%)		■	■	■	■	■	■					
Italia (70%)		■	■	■	■	■	■					

FUENTE: M. Álvarez C. (1994).

agrava por la escasa tecnificación del campo y la baja productividad por hectárea.

Todo lo anterior ocasiona distorsiones en el mecanismo de precios y genera especulación.

CALIDAD

Los productos de exportación se manejan con normas de calidad internacional, exigidas por los clientes. Así, al JCC de naranja mexicano se le considera de alta calidad debido principalmente a que la producción se basa en la variedad Valencia, la cual es la más adecuada para la obtención de zumos.

Cabe mencionar que las normas para los productos frescos son muy reacias y hoy se están revisando para homologarlas con las internacionales.

COMERCIALIZACIÓN Y TRANSPORTE

El jugo concentrado se envasa en bolsas dobles de polietileno colocadas dentro de tambores metálicos de 200 litros, almacenados a -20°C . Se transporta por tierra y por mar a Estados Unidos y a Europa, aunque los envíos a ese continente resultan muy lentos y costosos.

El punto crítico para la comercialización mexicana radica en el sistema de distribución y transporte, pues tiene cierta desventaja frente a los sistemas de otros países. Brasil, por ejemplo, comercializa a granel empleando buques tanque, lo cual disminuye tanto el espacio muerto como el costo, el tiempo de envasado, la transportación y la entrega (SARH, Bancomext, 1993).

Una dificultad más para los envíos al exterior es la falta de bodegas y equipo en el mercado de destino. Transformar el sistema mexicano para asemejarlo al brasileño, además de requerir elevadas inversiones, sólo se justificaría con un alto volumen de producción de jugo concentrado.

Otro de los principales problemas que enfrenta la agroindustria es que el sistema de comercialización está dominado en gran parte por los intermediarios, quienes influyen de manera fundamental en las condiciones de compra y en la determinación del precio (consultar M. Gómez C. *et al.*, 1994).

COMPETITIVIDAD

Al hablar de competitividad en los diversos análisis sobre cítricos, se hace referencia, básicamente, a parámetros cuantitativos como el nivel de productividad en el campo, costos de producción, costos de transformación, tipo y edad de la maquinaria y del equipo, precios e infraestructura general, entre otros.

Si consideramos algunos de estos parámetros entre México, Brasil y Estados Unidos (véase el cuadro 8) observamos que México está en franca desventaja.

A pesar de esta situación, México tiene vocación para producir y explotar cítricos y con la idea de ingresar en el mercado internacional se han hecho importantes y numerosos esfuerzos para diagnosticar y atender tanto al cultivo como a la agroindustria de cítricos. El reto que se plantea es aumentar la productividad y bajar los costos unitarios, pero se requiere la atención integral en todos los aspectos del sistema agroindustrial.

Algunos comentarios adicionales interesantes son, por un lado, que en Brasil la agroindustria de cítricos está dominada básicamente por cuatro transnacionales originarias de Estados Unidos y, por otro, que los proveedores de los principales equipos para la industrialización son los mismos para los tres países. Varios de estos proveedores sólo rentan sus equipos y les van incorporando las mejoras; éste es el caso de la empresa FMC Corporation, que fabrica extractores (SARH, Bancomext, 1993; SARH, CGDA, 1982).

CUADRO 8
FACTORES DE COMPETITIVIDAD ENTRE BRASIL,
ESTADOS UNIDOS Y MÉXICO, 1992

	<i>Brasil</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>México</i>
Producción de naranja (miles de ton)	14 974.0	9 378.0	2 850.0
Costos de producción (dólares/ton)	20.9 ^a	53.5 ^b	60.3 ^c
Rendimiento por hectárea	24.0 ^a	42.0 ^b	9.7 ^c
Porcentaje dedicado a la industria	77.4	77.6	20.0
Exportaciones de JCC (ton, 1991)	954.9	55.0	83.2

^a São Paulo.

^b Florida.

^c Veracruz.

FUENTE: García Chávez *et al.* (1994).

INVESTIGACIÓN

Una actividad que siempre ha estado presente en los planes de desarrollo de cítricos es la investigación. El criterio que la ha normado es el de los factores que influyen en el incremento de la productividad. En este sentido la institución gubernamental por excelencia ha sido el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), que ha trabajado con los cítricos desde hace más de 20 años, cuando se denominaba INIA. Por medio de sus centros de investigación y sus Campos Experimentales Agrícolas se han realizado investigaciones en todas las áreas cítricas del país y se han definido planes de investigación específicos para cada zona (J. Ramírez D., 1982; M. Cortés Z. *et al.*, 1994).

Se han delimitado cuatro grandes áreas del país con sistemas de producción bien definidos (véase el cuadro 9).

Otras instituciones de investigación que han hecho trabajos muy importantes para cítricos son la Universidad de Chapingo y el Colegio de Postgraduados. La mayoría (M. Álvarez C. *et al.*, 1994; M. Cortés Z. *et al.*, 1994; INIFAP, 1995; J. Ramírez D., 1982; UACH, 1992), con el enfoque de factores que afectan la productividad y reducción de costos unitarios:

CUADRO 9
ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS

<i>Zona</i>	<i>Campo agrícola experimental</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Inicio de operaciones</i>
1. Centro de Nuevo León y sur de Tamaulipas	General Terán Las Adjuntas	Nuevo León Tamaulipas	—
2. Norte de Veracruz y Huasteca potosina	Norte de Veracruz Huachihuayan	Veracruz San Luis Potosí	1979
3. Planicie costera del Pacífico	Tecomán Valle de Apatzingan Costa Oaxaca	Colima Michoacán Oaxaca	1971
4. Península de Yucatán	Uxmal	Yucatán	1973

FUENTE: J. Ramírez D. (1982).

- Diversificación de variedades con altos rendimientos y tolerantes a enfermedades.
- Patrones más adaptables, resistentes y generadores de buenos frutos.
- Mejoramiento de cultivares.
- Evaluación de clones.
- Introducción y evaluación de material genético de grandes colecciones del mundo.
- Bancos de germoplasma libre de virus.
- Estudio de la dinámica de poblaciones de plagas y agentes generadores de enfermedades.
- Evaluación de tratamientos químicos y físicos de plagas y enfermedades.
- Evaluación del estado nutricional.
- Fertilización.
- Desfasamiento de cosecha.
- Necesidades hídricas y tipos de riego.
- Densidad de plantación.

En el cuadro 10 se presenta de manera simplificada la concentración que se ha dado en los últimos veinte años de las investigaciones.

Como se observa, las investigaciones se han concentrado en las variedades y en los patrones de injerto, ya que así se pretende obtener plantas con buena adaptabilidad, resistentes a enfermedades y plagas, y de frutos con mejor calidad.

En cuanto a las empresas procesadoras, las instituciones más ligadas a su actividad de producción son las universidades de los estados, que traba-

CUADRO 10
TEMAS DE LAS INVESTIGACIONES, 1970-1990

<i>Investigación</i>	<i>Años 70</i>	<i>Años 80</i>	<i>Años 90</i>
Variedades	xxxx	xxxxx	xxxxxx
Patrones de injerto	xxx	xxxx	xxxxx
Plagas	xxx	xxx	xxx
Consumo de agua	xx	xx	xx
Riego		x	x
Distribución entre plantas	xx	xx	x
Enfermedades	xx	xxxx	xxx
Fertilizantes	x	xxx	xxx
Alternancia del cultivo	—	xx	xxx
Otros	—	x	xx

jan a partir de peticiones específicas de las empresas o por sugerencia de las mismas universidades a cambio de visitas o prácticas o de información para algún proyecto de investigación.

MEDIDAS GUBERNAMENTALES

En el ámbito gubernamental se ha buscado crear las condiciones que fortalezcan el desarrollo del sistema agroindustrial de cítricos, tanto en el modelo de economía cerrada como en el actual de apertura.

En el modelo cerrado se tenían líneas de política proteccionista con base en la regulación de precios, la asistencia técnica, los apoyos financieros, las obras de infraestructura, la promoción de la organización de productores, el establecimiento de agroindustrias, los apoyos a agroindustrias de tipo jurídico, comercial y de asistencia técnica.

Hoy se evalúan esas políticas (por el mismo gobierno) como “inadecuadas y conducentes a un esquema distorsionado de desarrollo del sector, en donde no se detonó la productividad, rentabilidad y modernización” (M. Cortés Z. *et al.*, 1993).

En la nueva situación, se reorientó el sector agrícola en general. Se modificó el marco jurídico para fortalecer la autonomía de gestión de los productores y sus organizaciones, lo que favorece el lucro con la tierra. También se cambia el carácter de la SARH, que era prácticamente operativo, por normativo y se promueve la intervención directa de los productores en la elaboración y ejecución de los programas, aportando recursos que se suman a los gubernamentales.

En estas condiciones la agroindustria que cuenta con mayores recursos económicos tiene un clima de negocios que puede aprovechar de diversas formas, sobre todo para buscar algún tipo de asociación entre productores. Además, se están homologando las exigencias gubernamentales entre los empresarios y los ejidatarios. Estos grupos son los menos favorecidos con el nuevo marco porque si bien tienen la misma oportunidad, carecen de los recursos para aprovecharlo.

Sin incluir a la investigación, mencionaremos algunas medidas que se están realizando específicamente sobre los cítricos para fomentar su desarrollo.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, por medio de la Dirección General de Política Agrícola, ha organizado, con el esquema de sistema-producto, un medio de acercamiento entre las autoridades y los productores del país. El Sistema-Producto es la ventanilla única de aten-

ción a productores en distritos de desarrollo rural, delegaciones estatales y oficinas centrales. Se ha impulsado la formación de comités de trabajo de los cultivos más importantes, entre los que se encuentran los cítricos, y se tienen tres niveles de operación: distrital, estatal y nacional, aunque por las características de algunos cultivos, como los cítricos, es necesario constituir comités regionales (SAGDER, 1995).

Se emprendió una campaña nacional contra la mosca mexicana de la fruta, la cual se desarrolla en cada región en tres etapas: 1] bajar el nivel estándar de la mosca; 2] liberación de insectos estériles, y 3] seguimiento. De este modo se persigue tener zonas libres de mosca de la fruta.

Se cuenta, asimismo, con programas nacionales para la vigilancia del virus de la tristeza, la certificación de plantas sin virus y la atención al problema del minador de los cítricos.

Se están revisando las normas de calidad de cítricos, vigentes desde 1981:

- NMX-FF-027-1994-SCFI, naranja.
- MNX-FF-331-A-1981-SCFI, limón mexicano.
- NMX-FF-077-1990-SCFI, limón persa.

Además, se están elaborando las normas para la movilización de la fruta.

Otra medida es el inicio de los procedimientos coordinados por la SAGDER para ingresar a la Red Interamericana de Cítricos que promueve la FAO. El principal objetivo que persigue esta red es el intercambio de experiencias tecnológicas. El coordinador nacional de dicho programa es el ingeniero Juan Nava Rodríguez, de la Dirección General de Políticas de la SAGDER.

EL SALDO

A partir de la tesis mencionada, sostenida por la mayoría de los analistas citrícolas, de que el problema fundamental es aumentar la productividad y bajar los costos unitarios sin dejar de considerar la atención integral del sistema agroindustrial, encontramos que se ha incidido en los factores que intervienen para ese efecto sin obtener buenos resultados. La productividad de los cítricos durante los últimos veinte años ha tenido una variación promedio de tres unidades, cifra no significativa respecto a los resultados esperados.

Se tiene una buena, aunque no suficiente, infraestructura institucional y una planta de científicos de elevado nivel. El gobierno ha emprendido diversas iniciativas y acciones de tipo coyuntural que no han tenido una planeación de largo plazo.

Sin introducirnos al análisis de los mecanismos de planeación, implantación, ejecución, seguimiento y de acciones efectuadas (en donde seguramente encontraríamos otro grupo de dificultades), podemos decir que existen elementos técnicos para impulsar el desarrollo de la citricultura y de la agroindustria de cítricos, pero éstos no equivalen, necesariamente, a los elementos tecnológicos.

En un intento de explicar lo anterior haremos una breve descripción, primero, del concepto actual de tecnología y desempeño competitivo y luego de los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a tres grandes empresas agroindustriales sobre su actividad de innovación. Todos estos elementos pueden ofrecer un panorama general sobre el reconocimiento y el uso de los elementos tecnológicos de algunas empresas procesadoras de cítricos.

TECNOLOGÍA Y DESEMPEÑO COMPETITIVO

En la actualidad la tecnología se empieza a concebir de distinta manera. Antes, hablar de tecnología era referirse a los equipos, materiales, procesos y productos que se generaban en una actividad productiva. Hoy es un concepto complejo que va mucho más allá de la decisión de la empresa para elegirla y comprarla en el mercado para elevar la capacidad de producción.

Se ha observado que las altas eficiencias de algunas empresas no se derivan de las tecnologías estáticas (equipos, materiales, procesos y productos) sino del constante cambio, adaptación, mejoramiento y desarrollo de esta tecnología, es decir, que existe un dinamismo tecnológico. Éste no se da de manera autónoma, sino que es resultado de un proceso que incluye aprendizajes y generación de capacidades tecnológicas (M. Bell y K. Pavitt, 1992).

Toda la información que entra a la empresa, de distintas clases (científica, técnica, empírica), que proviene de diversas fuentes (materiales, equipos, servicios de ingeniería, asesorías generales, documentos, descubrimientos o conversaciones informales), no puede, por sí sola, proveerla de conocimientos. Sólo con la organización y el uso de esa información se obtiene un aprendizaje útil para las empresas. Ambas, organización y uso, se dan paralelamente y se retroalimentan en forma continua; además, constituyen lo que podemos llamar "recursos intangibles".

La "organización" de la información implica definir su campo de acción, sus objetivos, sus rutas de acceso y salida, sus fuentes de alimentación, la infraestructura necesaria para su uso, los mecanismos de protección,

las actividades que se generan, los alcances y las perspectivas. Es deseable que esto sea una actividad continua, en el marco de una estrategia general de la empresa. El "uso" de la información, por su parte, genera "experiencias" y se funda en los recursos humanos, entrañando los procesos de acopio, asimilación, utilización y difusión.

Estos "recursos intangibles" son los que marcan la diferencia en el desempeño de las empresas aun cuando cuenten con las mismas tecnologías estáticas. En efecto, la "organización y los usos" de la información (que llega, se genera o sale de la empresa) a través del tiempo dan como resultado su capacidad tecnológica. Por tanto, en la inversión de las empresas el impulso a los recursos intangibles debería considerarse una actividad explícita para que las empresas estén en condiciones de generar o adoptar innovaciones.

Cabe señalar que el entorno es muy importante en el desarrollo de dichas capacidades, pues las políticas y las estructuras institucionales pueden dar soporte continuo al cambio tecnológico.

En México, como en otros países en desarrollo, muchas de las capacidades se han generado en buena medida por la adquisición de tecnología foránea. Sin embargo, esas competencias se han visto limitadas cuando la tecnología incorporada impulsa la producción, pero con proyectos de tecnología "llave en mano". Algunos otros factores que han determinado la situación de la capacidad tecnológica del país, son el nivel de eficiencia tecnológica logrado por cada empresa, lo que la prepara para la adquisición de nueva tecnología; el nivel de inversión disponible el cual estará en función del crecimiento de la compañía y de las ganancias esperadas; la competitividad de sus productos y diseños; las fortalezas de los eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante con sus proveedores y clientes; la aproximación que tenga hacia las tecnologías internacionales y su habilidad para introducir constantemente nuevos productos al mercado (M. Bell y K. Pavitt, 1992).

Cada concepto aquí mencionado es motivo de un análisis cuidadoso para comprender sus dimensiones y el proceso de cambio tecnológico que ocurre en las empresas en relación íntima con el entorno; de hecho hay una vasta literatura que revisa y discute estos conceptos. Sin embargo, para fines de este documento nos interesa destacar que la tecnología no es un concepto estático sino dinámico que debe ser conocido y que entraña recursos intangibles que requieren atención para alcanzar un mejor desempeño competitivo en el mercado.

RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS EN EMPRESAS AGROINDUSTRIALES DE CÍTRICOS

Se aplicaron encuestas a tres empresas agroindustriales procesadoras de cítricos para conocer las innovaciones que han realizado, las motivaciones que tuvieron para hacerlas, la fuente de generación de ideas para innovar, los obstáculos, la relación con el entorno, la organización interna, el mercado, las estrategias tecnológica y competitiva, así como la gestión de los recursos humanos. Todos estos aspectos reflejan la incorporación de los “recursos intangibles” en relación con su capacidad para innovar o adoptar innovaciones en las empresas.

La primera (A) se ubica en Colima y es propiedad de un grupo de 600 productores; la planta se maneja de manera autónoma con personal contratado y los dueños participan de las decisiones en la junta directiva.

La segunda (B) se sitúa también en Colima; es propiedad de un solo dueño quien es productor cítrico y procesa sólo su fruta. Él dirige la empresa y toma las decisiones.

La tercera (C) se encuentra en Veracruz, es una sociedad anónima y no está integrada con productores primarios.

Cada una de ellas tiene una relación distinta con la producción primaria, las tres empresas tienen productos de exportación y trabajan en promedio a 30% de su capacidad. Además, dos de ellas, también empacan producto fresco.

Las innovaciones

De las tres empresas sólo la primera ha realizado importantes cambios en su planta, tanto de tipo administrativo, como en el equipo y en el proceso, los cuales han repercutido directamente en su productividad.

Las otras dos han hecho “cambios obligados” de instalaciones y equipos (por regulaciones), que prácticamente no han influido en su productividad.

Es pertinente señalar que, en escala mundial, no ha habido innovaciones espectaculares en el proceso de elaboración de jugos; se han hecho sólo mejoras en equipos y procesos para aumentar la eficiencia y la productividad. Ha habido innovaciones más importantes en procesos complementarios para obtener subproductos, como alcohol.

Motivaciones

En el primer caso (A), su principal motivación ha sido crecer en el mercado de exportación, reduciendo costos e incrementando la calidad.

Las otras empresas (B y C) lo han hecho por la obsolescencia de sus equipos (el material de construcción inadecuado), o como convenio de actualización en la renta de sus equipos.

Generación y efecto de ideas para la innovación

La empresa A considera que las ideas más importantes para los cambios han sido las provenientes del propio personal, de materiales impresos y las detectadas en cursos y seminarios. Le da menor importancia a las ideas de los proveedores.

Para B y C la mayor influencia ha llegado de los proveedores.

En ninguno de los tres casos consideran que el usuario influya de manera importante para hacer innovaciones.

Obstáculos

Las tres empresas señalaron como un obstáculo la falta de estudios de mercado ya que ninguna ha estimado el mercado potencial de su producto, ni el efecto que están ejerciendo. Otro factor común son las instancias del gobierno, los impagables intereses de créditos y las excesivas regulaciones, así como el impuesto a la exportación.

Además, están poco informadas sobre los avances en la tecnología del equipo, el proceso y la organización que tienen los líderes del mercado internacional.

Relación con el entorno

La empresa A reconoce como muy importante las relaciones con el entorno, cuenta con un departamento de relaciones públicas y se ha visto favorecida en sus actividades de innovación por el acceso a universidades e instituciones de investigación; los programas de capacitación del gobierno o privados; el sistema nacional de normalización de la calidad, y las facilidades para importar tecnología, entre otros.

Las empresas B y C están poco interesadas en los vínculos con las universidades y otras instituciones; además consideran que las políticas gubernamentales no han sido favorables.

En los tres casos no hay una ponderación sobre el acceso y uso de los sistemas de información como un factor que influya en la innovación. Cuentan con suscripción a revistas especializadas y llegan a utilizar los servicios de algunos bancos de información.

Organización interna

Las áreas funcionales están bien definidas en las tres empresas, cuentan con una extraordinaria infraestructura y ninguna realiza investigación y desarrollo, aunque A la está poniendo en marcha.

Las relaciones con sus proveedores de materia prima son fundamentalmente comerciales y con sus proveedores de equipo e insumos se incluyen asesorías o capacitación. Con los clientes sus relaciones generalmente no van más allá de las especificaciones en los pedidos.

En los tres casos, principalmente en C, no hay una plantilla constante de trabajadores en la empresa, lo cual obedece a la estacionalidad con que se trabaja. Así, cada temporada se contrata personal, el cual tiene formación básica y secundaria. Cuentan con profesionistas en los puestos clave.

A y B realizan reuniones semanales con los trabajadores para promover mejoras en la planta y los comentarios se canalizan a la dirección. Pero en general no hay incentivos para promover la participación.

Capacitación

Se realiza en B y C sin una planeación específica de resultados. A no la realiza.

Estrategia tecnológica

Las estrategias que se han seguido son la compra, el licenciamiento y la adaptación de la tecnología.

La empresa A ha participado en desarrollos y adaptaciones de tecnologías. Desarrolló molinos y secadoras que se han difundido en la región y han permitido que proveedores extranjeros realicen pruebas de enzimas para el proceso y para adaptar un ultrafiltro que desean comprar.

La B sólo ha comprado equipos y no les ha hecho ninguna modificación.

La C desarrolló sus secadoras, que no se han difundido, y compra o renta el resto de los equipos. Fuera de estos aspectos no considera modificar la estructura, funciones u operaciones de la empresa.

Ninguna empresa cuenta con un plan ni tiene documentadas sus estrategias.

Estrategia competitiva

La empresa A tiene como principal estrategia competitiva la diferenciación de producto; está incursionando en el sistema ISO9000 y pretende crecer en el mercado internacional. Pero no cuenta con un plan documentado.

La empresa B usa la transformación industrial como colchón para los "desechos" que quedan del empaçado en fresco; no tiene expectativas para productos industrializados.

La empresa C se ha visto obligada a generar una estrategia competitiva porque, ante las actuales condiciones económicas, ya no le resulta rentable funcionar como antaño. Pretenden recuperar mercado nacional y diversificar sus productos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Existe una clara heterogeneidad en la estructura y dinámica de las empresas entrevistadas. Pero en general no tienen identificados todos los elementos que influyen, de manera directa e indirecta, en la actividad de innovación.

Las innovaciones en las empresas B y C consideran fundamentalmente la tecnología dura y no obedecen a una planeación para impulsar el desarrollo. De hecho mantienen una actitud conservadora, pues piensan que el proceso está tan estandarizado que no requieren cambios. Además, no visualizan como factores importantes en el desempeño de su empresa los cambios en el ambiente, como el estilo de liderazgo de las autoridades, la estructura en la toma de decisiones, la existencia o ausencia de motivaciones para participar en el desarrollo de la empresa, las relaciones con los proveedores y clientes, y las relaciones entre el personal de la misma empresa. Asimismo, no consideran la generación de políticas y sistemas para el funcionamiento global y de cada área de trabajo, incluyendo la selección del personal.

La empresa A tiene una concepción diferente sobre la importancia de la administración de la empresa y de las relaciones con el entorno; de hecho las relacionan directamente con su capacidad de competir, pues las innovaciones emprendidas son para ganar más mercado. Sin embargo, existen otros elementos que no identifican como proveedores de ventajas para el logro de sus objetivos. Nos referimos a diversas fuentes de información.

Por ejemplo, en la generación de ideas para innovar, las tres empresas citan las fuentes que utilizan y la importancia que le dan a cada una de éstas. Se observa que tales fuentes son reducidas, son las más tradicionales y son

menos aún las que consideran relevantes. No se aprecia la información que puede obtenerse de los proveedores o de los clientes para sus productos, procesos o servicios, ni prevén buscar y utilizar los recursos informáticos, que por cierto se mejoran cada vez más rápido. Es probable que no sea necesario invertir en la compra de estos equipos porque el giro de las empresas no lo exija, pero se puede acudir a organizaciones que proporcionen tales servicios, y en este sentido es muy reducida la búsqueda que han efectuado.

Los vínculos con entidades externas sólo son estratégicamente importantes para la primera empresa; las otras dos tienen poco interés en establecer vínculos y puede apreciarse un poco de desconfianza en este tipo de actividades. Esto es particularmente agudo en las relaciones con el gobierno, del que existen principalmente quejas.

A pesar de que las tres empresas indican que toman en cuenta al personal de la empresa en la generación de cambios, no existe un manejo estratégico de los recursos humanos. La reducida planeación de la capacitación, los pocos o inexistentes incentivos para el trabajo y la alta rotación no permiten que se acumule ni se aproveche la experiencia de los trabajadores para el mejor desempeño de la empresa.

En cuanto a su infraestructura, tienen capacidad sobrada, sobre todo a causa de la estacionalidad de la fruta que procesan. Al respecto, no se han buscado alternativas para su aprovechamiento. Sus instalaciones ocupan una enorme extensión y esto genera gastos innecesarios de transportación, tanto de materiales como de personal. De sus áreas funcionales, no tienen previstas investigación y desarrollo, ni mercadotecnia; asimismo, carecen de estudios de mercado, lo que les impide conocer su mercado potencial presente, su efecto en el mercado y las oportunidades posibles.

Con estas ausencias es lógico que no se puedan elaborar estrategias tecnológicas ni competitivas, porque hay un franco desconocimiento de sus capacidades y por tanto de sus necesidades y alcances.

Ante esta situación, los recursos que representan las instancias gubernamentales, incluyendo la investigación que se ha generado e independientemente de su eficacia, no son suficientes para lograr una competitividad en el subsector, ya que hay una desarticulación al interior de la empresa que le dificulta vincularse con el entorno y le impide aprovechar óptimamente los recursos disponibles.

CONCLUSIONES

La empresa A tiene identificados como elementos tecnológicos importantes para su desempeño competitivo, las innovaciones en sus equipos, en la administración de la empresa y los vínculos con el exterior; sin embargo, no reconoce como fuentes importantes de ventajas la información que proviene de los consumidores y los proveedores ni de los diversos medios electrónicos, entre otros. Además, no existe un manejo estratégico de los recursos humanos, por lo que se pierde la oportunidad de fortalecer a la empresa mediante la participación inducida de los trabajadores, es decir, promover y utilizar la acumulación de experiencias de cada empleado.

Las empresas B y C no han puesto atención en las estrategias encaminadas a mejorar su desempeño competitivo; de hecho los cambios generados hasta ahora para mantenerse en el mercado han sido obligados. No reconocen como elementos importantes en su desempeño la organización interna de la empresa, los vínculos con el exterior, ni las diversas fuentes de información a su alcance. Han mantenido una actitud pasiva que sólo se ha alterado por las nuevas condiciones que experimenta el país.

El problema técnico más grave de la agroindustria es la estacionalidad de su materia prima, aunado a la baja productividad y a su carácter perecedero, condiciones que entorpecen el aprovechamiento de la capacidad instalada. Ante la estacionalidad en el cultivo y cosecha de los cítricos, no se busca ni se practica el procesamiento de frutos o materiales alternativos. En cuanto a la productividad, a pesar de las investigaciones y diferentes tipos de apoyos, que se han hecho desde hace varios años, ésta no se ha incrementado. La susceptibilidad del fruto es particularmente importante para el empaquetado en fresco, ya que limita los tiempos de comercialización. Al respecto, no hay mucha investigación sobre el manejo poscosecha y no existe investigación genética para el caso.

En las empresas estudiadas no hay una concepción amplia sobre los elementos tecnológicos, y no se han identificado los factores que inciden en su desarrollo o estancamiento; esto les dificulta aprovechar óptimamente los recursos disponibles. Es importante que el cultivo de cítricos siga recibiendo apoyo, pero es fundamental que se incrementen los vínculos con la agroindustria, pues es la que incrementa el valor de la producción primaria.

Se requiere incorporar la nueva concepción de la tecnología, tanto dentro de la empresa como en el entorno; hacer un planteamiento de estrategia tecnológica y competitiva de amplia visión y de largo plazo. También se requiere que el entorno no esté constituido de acciones sueltas o coyunturales, sino de planes estratégicos de largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez C. M. y E. Varo L., "Consideraciones sobre la comercialización de la naranja en México", *FIRA. Boletín Informativo*, vol. xxvi, núm. 258, 8a época, año xxv, 28 de febrero, México, 28 pp.
- Banco de México, FIRA (1988), *Memoria del Seminario de Citricultura*, realizado en Mérida, Yucatán, del 17 al 20 de junio de 1987, México, 109 pp.
- Bancomer S.A., Banca Agropecuaria, Pesquera y de Fomento a la Pequeña y Mediana Empresa, Subdirección de Estrategias de Inversión (1993), *Situación actual del cultivo de naranja y perspectivas de inversión*.
- Bancomext, Dirección de Planeación e Investigación. Gerencia de Estudios Sectoriales (1993), *Jugo de naranja concentrado. Diagnóstico y perspectivas*.
- Bell, M. y K. Pavitt (1992), *National Capacities for Technological Accumulation: Evidence and Implications for Developing Countries*, Washington, World Bank, Annual Conference on Development Economics.
- Berlanga C. M., R. Betancourt S., G. Hernández M., R. Herrera P., S. Karam F. y F. Nápoles D. (1990), *Estudio de prefactibilidad de una industria productiva de pectinas*, proyecto 90-14-P, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- Calva, J.L. (1991), *Probables efectos de un Tratado de Libre Comercio en el campo mexicano*, México, Fontamara, 167 pp.
- (coord.) (1993), *Alternativas para el campo mexicano*, Fundación Friedrich Ebert Stiftung, UNAM, Programa Universitario de Alimentos, tomo 1, México, pp. 93-135.
- Cárdenas G. B., H. Carsolio M., L. Celis G., E. Guadarrama V., L. Meza V., A. Moncanyo M. y A. Sánchez O. (1990), *Estudio de prefactibilidad de una industria de extracción de aceite esencial de limón mexicano*, Proyecto 90-13-P, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- Casas, R. (1991), "Las capacidades de investigación biotecnológica en México en el área agroalimentaria. Tendencias durante la década de 1980", en *Sociológica*, año 6, núm. 16 (Biotecnología, transformación productiva y repercusiones sociales), mayo-agosto.
- Castillo T. M. y M. Álvarez C. (1993), "Rentabilidad del cultivo de la naranja", en *Memorias II sobre sistemas de producción de cítricos*, Chapingo, UACH, PUSCI, pp. 33-36.
- Chávez García, R. y M. Gómez C. (1991), *Prospección económica del cultivo y comercialización de la naranja en los estados de Veracruz y San Luis Potosí*, México.
- Conafrut (1987), *Programa Nacional de Desarrollo Frutícola 1987-1988. Sinopsis*, México.
- Cortés Z. M., D. Rincón A., R. Gómez C., E. Victoria, J. Mendoza G., S. Sánchez J. y M. Vázquez S. (coords.) (1994), *Memorias del Tercer Simposium Internacional Sobre Sistemas de Producción de Cítricos*, vol. 1, México, UACH,

- UV, SARH Ver., INIFAP, Gobierno del Estado de Veracruz, Asociación de Citricultores de la Zona Norte de Veracruz, Presidencia Municipal de Martínez de la Torre, Veracruz, Comité Regional de Sanidad Vegetal, Martínez de la Torre, Veracruz, FIRA-Banrural, Cámara Local de Comercio, Martínez de la Torre, Veracruz.
- Del Valle, M. y J. Solleiro (responsables). *El cambio tecnológico en la agricultura y la agroindustria en México*, México, Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM, 290 pp.
- Dirección de Normas, Secofi, NMNX-FF-331-A-1981-SCFI. Revisión de NMX-FF-331-A-1981. Productos alimenticios no industrializados —para consumo humano— fruta fresca - limón mexicano (*Citrus aurantifolia Swingle*), especificaciones.
- , NMX-FF-027-1994-SCFI, Revisión de NMX-FF-027-1982-SCFI. Productos alimenticios —para consumo humano— fruta fresca - naranja dulce (*Citrus sinensis L.*), especificaciones.
- , NMX-FF-077-1990-SCFI. Revisión de NMX-FF-077-1990-SCFI. Productos alimenticios no industrializados —para consumo humano— fruta fresca - limón persa (*Citrus limon*), especificaciones. NMX-FF-027-1994-SCFI, Revisión de NMX-FF-027-1982-SCFI. Productos alimenticios —para consumo humano— fruta fresca - naranja dulce (*Citrus sinensis L.*), especificaciones.
- FIRA, J.A.Ramos Novelo (1991), "Financiamiento de la citricultura en México", en *Memorias sobre sistemas de producción de cítricos*, Chapingo, UACH, PIISCI, pp. 207-221.
- Gómez C., M., R. Schwentesius R. y A. Barrera G. (1994), *El limón persa en México. Una opción para el trópico*, México, SARH, Subsecretaría de Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Agricultura, UACH, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, 203 pp.
- (1994), *La naranja de México y su industria, en espera de heladas en Florida y secúas en Brasil*, México, SARH, Subsecretaría de Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Agricultura, UACH, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, 150 pp.
- y R. Schwentesius R. (1994), *Naranja. Triste competitividad de la naranja de Veracruz, México, frente a la de Florida, EUA, y la de São Paulo, Brasil*, México, UACH, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, 88 pp.
- INEGI (1994), *Estadísticas Históricas de México*, tomo I.
- INIFAP (1991), *Cuarta Reunión Científica Forestal y Agropecuaria*, México, Centro de Investigaciones Pacífico Centro, Michoacán, p.113.
- (1994), *VII Reunión Regional Científica y Técnica, Forestal y Agropecuaria, Memorias*, México, Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, pp. 39-44.

- , SARH (1993), *INIFAP Investigación y tecnología de vanguardia*, México, 28 pp.
- (1995), *Informe de Actividades de la Región de Veracruz y Tabasco*, documento interno.
- Macarenas B. D., F. Montano F., E. Pérez B. y J. Zerón A. (1991), *Estudio de prefactibilidad de una industria productora de jugos concentrados de naranja*, Proyecto 91-3-P, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- PNUMA (1984), *Directrices sobre la Gestión de la Utilización de los Residuos Agrícolas y Agroindustriales*.
- Ramírez D. J. (1982), *Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de los cítricos*, México, SARH, INIA, 40 pp.
- Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Política Agrícola (SAGDER) (1995), *Lineamientos Generales para la Instalación y Operación de los Sistemas-Producto*, México.
- Salinas de G., C. (1994), *Anexo del Sexto Informe de Gobierno 1994*.
- SARH, Bancomext (1993), *La industria de la naranja en México*, México, pp. 222-247.
- , Conafrut (1980), *Procesamiento industrial del limón mexicano y mercado de productos industrializados*, documento interno.
- , Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial (1982), "El desarrollo agroindustrial y los sistemas alimentarios básicos", *Frutas*, núm. 6, México, 130 pp.
- , Dirección General de Política Agrícola. Dirección de Sistema-Producto (1993), *Naranja, análisis y perspectivas*.
- (1993a), *Sistema-Producto, Naranja*.
- (1993b), *Citricultura mexicana. Análisis y perspectivas*.
- (1994), *Sistema-Producto, Naranja, Datos básicos*.
- , Secretaría de Agricultura (1993), *Citriculturas productivas frutales. Conservas alimenticias*.
- , Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. Dirección de Programación y Evaluación (1991), *Datos básicos de cítricos*.
- , Subsecretaría de Agricultura (1992), *Estrategia nacional de mediano plazo 1992-1999, de desarrollo y promoción de exportaciones de naranja. Datos básicos para su elaboración*.
- , Subsecretaría de Política Sectorial y Concentración. Dirección General de Concertación Social y de Apoyo Distrital (1992), *Estrategia de mediano plazo de desarrollo y promoción de exportaciones de jugo de naranja*.
- UACH, PIUSCI, Chapingo (1991), *Memorias del Primer Simposium sobre Sistemas de Producción de cítricos*, pp. 207-221.
- Wassbluth, M., E. Testart T. y R. Buitelaar (1992), *Cien empresas innovadoras en iberoamérica*, CYTED, CEPAL, COLCYT, OEA, gobierno de España.

ANEXO

CUADRO 1
INVESTIGACIÓN EN EL CULTIVO DE LOS CÍTRICOS HASTA 1982

Tema de investigación	Centros agrícolas experimentales					
	General Terán (Nuevo León)	Tecomán (Colima)	Uxmal (Yucatán)	Valle (Sinaloa)	Norte de Veracruz (Veracruz)	Costa Oaxaca (Oaxaca)
Inició		1971	1973	1972	1979-1980	
Variedades	En evaluación variedades de naranja y limón verdadero.		Evaluación de especies y cultivos. Caracterización de su comportamiento.	Evaluación de una colección amplia de cultivos y selección de cítricos.		Evaluación de especies y cultivos de limón.
Patrones	Utilización de limón agrio. En evaluación otros patrones para naranja. Actividades para introducir y evaluar material genético de colecciones internacionales para realizar un banco de germoplasma.	Dispone de un banco de germoplasma de limones. Experimentos con patrones tolerantes a gomosis para evaluar rendimiento, calidad de fruto y adaptación.	Estudio sobre patrones adaptables a suelos pedregosos.			
Plagas	Mosca mexicana. En desarrollo el programa de control integral químico, mosca estéril y recolección de fruta tirada. Proyecto con EU, producción masiva de parásitos de mosca prieta. Arador o negrilla: se ha determinado su época de mayor incidencia, se cuenta con recomendación para control químico.	Estudio de las fluctuaciones de poblaciones de plagas de follaje. Determinación de la época de mayor incidencia de hongo de atracnosis donde ataca y químico de mejor control.			Trabajos previos al CAE respecto al arador.	

Agua	Cálculo del consumo diario de agua por árbol.	Determinación de las necesidades hídricas.				
Distribución entre plantas	Determinación de 8 x 4 m como la más adecuada para naranja valencia.	Evaluación de altas densidades de plantas para limón mexicano.				
Enfermedades	Convenio INIA-UNANL para identificación de virosis y producción de plantas libres de enfermedades.					Evaluación de la tecnología para el control de la atracnosis.*
Fertilizantes	Evaluación de dosis de N (700g/año/árbol), fósforo y potasio (no más de 500 y 400g/a/a). Se empieza a incluir análisis foliar para mayor precisión. En naranjos las hojas tienen deficiencia de cinc, N, Fe, P, Ca, y K.	Estudio de la distribución del sistema radicular para mejorar fertilización, riego y laboreo del suelo. Evaluación de fertilizante en muestras de limón y palma de N= 1.2 kg/a/a; P, K= sin respuesta. Evaluación del número de aplicaciones al año, análisis foliar, variación estacional del contenido de algunos nutrientes en hojas de limón.			Trabajos previos al CAE.	Evaluación de dosis de fertilizantes.
Alternancia del cultivo	Estudio sobre la variación estacional de la calidad y el tamaño de la fruta de cada especie y variedad.					
Otros	Se cuenta con laboratorio de análisis de agua, suelo y tejido vegetal.	Estudio sobre la distribución horizontal y vertical del sistema radicular.				

* Desarrollada en Tecoman.

FUENTE: J.M. Ramírez D. (1982).

CUADRO 2
LOGROS Y NUEVAS INVESTIGACIONES REPORTADAS EN EL "PRIMER SIMPOSIUM SOBRE CÍTRICOS, 1991"

<i>Tema de investigación</i>	<i>Hermosillo</i>	<i>Nuevo León</i>	<i>Tamaulipas</i>	<i>Colima</i>	<i>Veracruz</i>
Variedades	Evaluación de la colección de 42 materiales de naranjo, toronja, limonero híbridos y sin semilla.			Ningún cultivar mejorado. En evaluación clones sin espinas en las ramas y fruto de mayor tamaño.	
Patrones	Conducción de prueba con 7 patrones en portaobjetos.	Producción de cítricos libres de virus usando microinjerto y termoterapia, diagnóstico o ELISA para tristeza (aún no se detecta).		Uso casi general de patrones para injerto.	
Plagas	Estudio de la dinámica de población (unidades de calor y fenología de planta). Evaluación de insecticidas por grupo toxicológico y la resistencia creada.	Estudios sobre la dinámica de población (incidencia y productos químicos para su control).			
Enfermedades	Evaluación de tratamientos curativo y preventivo contra gomosis.				Determinación de la distribución, síntomas y agente causal del manchamiento del árbol.

Agua	Identificación de eficiencia de aplicación y distribución (se desperdicia aproximadamente el 50%).	Determinación del número de riegos (4 a 7 anuales), y lámina de aproximadamente 42 cm.	Riego de micro-aspersión (en 18 000 ha).		
Distribución entre plantas				Se estableció 8 x 4 m.	
Fertilizantes	Diagnóstico nutricional en árboles.	Resultados de evaluación (1978) nitrógeno, fósforo y potasio.	Aplicaciones.		“Otros” Determinación de las brotaciones vegetativas y florales de interés en el limón persa.
Maleza	Control de crecimiento vegetativo.				Evaluación de tres herbicidas.
Alternancia	Evaluación del control de alternancia en naranja valenciana.				Desfasamiento de obtención de cosecha fuera de temporada.
Otros		Sistema de protección para heladas.			

FUENTE: Uach, 1991.

CUADRO 3
ALGUNAS INVESTIGACIONES REPORTADAS EN LOS AÑOS NOVENTA

<i>Tema de investigación</i>	<i>Colima</i>	<i>Michoacán</i>	<i>Jalisco</i>
Variedades	Creación de un banco de germoplasma de variantes de limón mexicano, naturales y fenotipos originados de semillas irradiadas.		
	Evaluación de un lote de clones de limón mexicano: sin espinas, sin semilla, con espinas y las colectas M20-3 y M12-8 => (1991) diferencias en el volumen de copa y en rendimiento, pero no en el perímetro de tronco.		Resultados del manejo y caracterización de variedades de naranja, adecuadas a las condiciones climáticas => buena productividad, adaptabilidad interna (calidad) pero no externa.
	Resultados de la evaluación de 13 cultivares de mandarina, naranja y lima, injertados sobre naranjo agrio => (1993) crecimiento satisfactorio.		
	Resultados de la evaluación de 10 cultivares de toronja injertados sobre naranjo agrio => (1992) pequeñas diferencias en la altura de los árboles y del diámetro de la copa, buena sanidad.		

Patrones de injerto	Veinte cultivares de naranja valencia temprana y navel, injertados sobre naranjo agrio => (1992) buenos resultados de crecimiento.	Evaluación de 24 portainjertos para aumentar la producción y el periodo de vida de los árboles de limón y reducir su tamaño => (1993) están en la etapa de desarrollo vegetativo.	
	Comparación de árboles de limón injertados sobre 22 portainjertos de bajo vigor => (1992) el de mejor resultado es macrofila.		
	Avances sobre los árboles injertados sobre patrón de naranjo agrio, a diferentes densidades => (1993) no hay diferencia significativa para la altura y diámetro de copa, sí en la altura de la falda. Los rendimientos fueron mayores en 8×4 que 9×9 .		
	Plantación de un sistema huerto-vivero de 666 árboles provenientes de semilla irradiada con gammas de $6\text{Co}60$, hasta la etapa de fructificación => (1993) 442 sobrevivientes, con gran variabilidad en cuanto a características de fruto, productividad y respuesta a la lluvia. Nuevas variedades.		
Otros	Paquete tecnológico para el manejo de cultivo.		

FUENTE : INIFAP, VII Reunión Regional Científica y Técnica, 1994.

3. LECCIONES DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN

DEGRADACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO: INNOVACIONES EN SU DIAGNÓSTICO Y SU CONTROL

Fernando de León González*

LA COMPACTACIÓN: UN CASO DE DEGRADACIÓN DEL SUELO

El proceso de compactación del suelo es producto de la actividad agrícola mecanizada. Por sus efectos negativos sobre el potencial productivo del medio se le considera un fenómeno degradante (Soane y Ouwerkerk, 1994). La compactación ha llamado la atención (principalmente en el último decenio) de científicos del suelo y de la agronomía en el ámbito internacional. Ello se debe a que se ha demostrado que el fenómeno tiene un impacto en el corto plazo, que afecta la producción de cultivos en zonas templadas y tropicales (Kayombo y Lal, 1994). En plazos más largos, los efectos acumulados de la compactación, además de reducir los rendimientos de los cultivos, implican una elevación de los costos para remediarlos (Soane y Ouwerkerk, 1994).

En esta ponencia se abordará la cuestión del diagnóstico de la compactación mediante el método del perfil cultural, el cual es poco conocido en el medio agronómico nacional. Si es cierto que hasta ahora el agrónomo en México dispone de una gama muy reducida de herramientas de diagnóstico en campo, esta metodología puede representar un elemento complementario para su trabajo.

Se revisará en una segunda parte el espectro de medidas para controlar el fenómeno de la compactación y para remediar suelos afectados por la compactación. En un apartado final se plantean algunas preguntas sobre la tecnología de la labranza en México, con el fin de plantear una complementariedad en las tareas de los organismos encargados de impulsar el desarrollo de innovaciones (como los FIRA-Banco de México, en el caso de la labranza de conservación) y las instituciones de enseñanza e investigación. Al respecto se maneja la hipótesis de que hay un gran campo para las innovaciones mecánicas en agricultura que buscan, entre otros objetivos, atenuar el efecto de la agricultura mecanizada en la estructura y compactación del suelo.

* Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Objetivos

Los objetivos de esta ponencia son:

a) Presentar el concepto de perfil cultural y discutir brevemente sus posibilidades en el diagnóstico de niveles de compactación de la capa arable.

b) Enlistar algunas consecuencias de la compactación tanto para los cultivos como para el medio productivo.

c) Revisar la forma en que ciertos patrones de operaciones agrícolas mecanizadas crean estados que favorecen la compactación.

d) Señalar alternativas tecnológicas ampliamente conocidas, algunas de ellas ya probadas en México, para un mejor manejo de la estructura de la capa arable.

e) Plantear interrogantes para una investigación sobre la tecnología de la labranza en México.

Definiciones básicas

Degradación del suelo: lo identificaremos aquí con aquellos procesos que contribuyen a disminuir el potencial productivo de este recurso *in situ*, poniendo en riesgo la perdurabilidad del mismo.

Estructura del suelo: es la forma como se organizan los elementos constitutivos del suelo, en diferentes niveles (microagregados, agregados, terrones y horizontes culturales de la capa arable [Guérif, 1994]).

Labranza de conservación: se define así a todas aquellas prácticas agrícolas que aseguran la presencia en la superficie de los terrenos agrícolas, de al menos 30% de cubierta vegetal viva y/o de residuos de cosecha.

Cero labranza: las semillas se siembran en una apertura en el suelo hecha mecánica o manualmente, en un campo en donde se ha eliminado la maleza. No se realizan operaciones de labranza primaria o secundaria (Kayombo y Lal, 1994).

Patrones de operaciones agrícolas: son modalidades bien determinadas en cuanto a tipo de implementos, fechas e intensidades de intervención conforme a las cuales un conjunto de productores lleva a cabo su ciclo productivo. Por ejemplo, un patrón de preparación del suelo en México sería la labranza primaria (barbecho) y secundaria (rastra) realizada sucesivamente con implementos de disco.

Perfil cultural y capa arable

La estructura del perfil del suelo forma parte de los estudios agrológicos o pedológicos, realizados por los científicos del suelo con propósitos de clasificación y/o del conocimiento de los procesos de su formación (Cuanalo, 1981).

El perfil cultural es un concepto agronómico para analizar la estructura de una porción del suelo —la capa arable— en relación con las prácticas culturales del agricultor. El análisis sistemático que ofrece esta metodología permite identificar y localizar elementos estructurales con niveles de porosidad diferentes (Manichon, 1987).

En un ciclo agrícola tanto las operaciones culturales del productor como el clima generan cambios en la estructura física de la capa arable. La energía cinética de las gotas de lluvia se transmite a los elementos estructurales de la superficie, lo cual genera una compactación “natural” del suelo. Por otra parte, las continuas intervenciones del productor, principalmente en la agricultura altamente mecanizada, significan fuerzas aplicadas al suelo tanto por los implementos como por las llantas del tractor. El suelo, como medio poroso, responde a estas fuerzas mediante deformaciones que en general reducen el espacio poroso (Stengel, 1990).

En cualquier momento del ciclo es posible dar cuenta del estado de la estructura del suelo ya sea en términos de descripciones morfológicas (perfil cultural) o bien de un equipamiento especial para medir varios parámetros físicos del suelo (densidad aparente, resistencia mecánica a la penetración, etc.). El perfil cultural ofrece la ventaja de que no requiere de instrumentos complejos disponibles sólo en algunos laboratorios de investigación. Los principales instrumentos de trabajo del perfil cultural son las apreciaciones visuales sistemáticas realizadas sobre los elementos que componen la capa arable. Se ha demostrado una buena correlación entre la tipología morfológica de terrones de la capa arable y mediciones de parámetros físicos (De León y Guérif, 1983), lo cual es positivo para utilizar esta tipología en situaciones en las que no es posible realizar mediciones de dichos parámetros.

En este sentido, el perfil cultural es un método muy accesible para valorar cualitativamente la estructura de la capa arable y sus niveles de compactación. Esto último se establece mediante comparaciones de porosidad visible, resistencia al rompimiento y forma de la pared de ruptura (De León y Guérif, 1993) de los diferentes elementos estructurales del perfil.

Con la apertura de los perfiles culturales en parcelas de producción cierta información puede ser de carácter cuantitativo. Por ejemplo, la profundidad y ubicación de los horizontes culturales, el porcentaje de cada horizonte

ocupado por zonas o terrones compactos, la profundidad de enraizamiento del cultivo, etc. (los procedimientos detallados para la realización de los perfiles culturales pueden consultarse en Gautronneau y Manichón, 1987, y en De León y Pérez, 1995).

Consecuencias de la compactación sobre el cultivo

La compactación del suelo es un ejemplo de efecto acumulado que modifica las condiciones del medio productivo. La repetición de ciertos itinerarios técnicos (Sebillotte, 1990) puede traducirse en la formación de pisos de arado y en la generación ciclo con ciclo de estructuras compactas que no desaparecen del todo con las prácticas de labranza. Varios autores han demostrado que estos pisos de arado y las zonas compactas del perfil impiden un adecuado desarrollo de las raíces de los cultivos. Por ejemplo, en sus trabajos con maíz, Tardieu (1990) no sólo demostró que en las zonas compactas los parámetros de desarrollo de raíces disminuyeron drásticamente, sino que este efecto se ejerció a mayores profundidades, lo que el autor citado llamó efecto "sombra".

En otro tipo de estudios la investigación se ha enfocado a demostrar el efecto directo de la compactación en la disminución de los rendimientos (Kayombo y Lal, 1994).

Patrones de operaciones agrícolas que degradan el perfil y la superficie

A partir del avance del concepto de "labranza de conservación" se han cuestionado ciertos patrones de labranza primaria y secundaria que dominan en México, a base de discos. Por el modo en que éstos actúan, los perfiles que resultan de la combinación de estas operaciones es la alta pulverización en los horizontes culturales más superficiales y la compactación de larga duración en la base de la capa arable.

Al pulverizar la superficie se crea una cantidad importante de tierra fina y suelta, susceptible a ser acarreada por el viento y por el agua, principalmente en suelos con pendientes cercanas o mayores a 10%. La porosidad estructural en la superficie se cancela al formarse costras que sellan la superficie. La permeabilidad disminuye y las posibilidades de escurrimientos con sedimentos aumenta.

En general puede decirse que con los patrones tradicionales de operaciones de labranza hay un abuso en la repetición de pasos del tractor (aumento de compactación) y en el uso de discos para preparar la tierra (aumento de

la pulverización del suelo). Se ha demostrado que con estos patrones un estado estructural del suelo favorable en un ciclo puede fácilmente convertirse en uno desfavorable, a medida que se aplican pasos de tractor repetidamente. Si esto además ocurre en condiciones húmedas, los riesgos de degradación son mayores.

INNOVACIONES Y ALTERNATIVAS PARA UN MANEJO SUSTENTABLE DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA ARABLE

Medidas de control de la compactación

a) *Reducción del número de operaciones agrícolas.* Ya se señaló que muchas veces el productor abusa de las operaciones de labranza, aplicando cruza en sus terrenos. Kayombo y Lal (1994) señalan que la medida más simple para controlar la compactación es reducir las operaciones agrícolas a las estrictamente necesarias. En tanto que la humedad del suelo y otros factores, como la presión de inflado de las llantas de los vehículos y la velocidad del vehículo afectan el nivel de compactación resultante, es necesario considerar estos factores al momento de intervenir en los terrenos. Por ejemplo, Kayombo y Lal (1994) citan el caso de un campo de caña de azúcar en donde la fuente principal de la compactación proviene de la maquinaria de cosecha. Cuando la humedad gravimétrica fue de 27.4% (g/g) la compactación alcanzó una profundidad de 5 cm mientras que en terrenos con una humedad de 48% la compactación cubrió 45 centímetros.

b) *Adopción de sistemas de labranza de conservación.* El proceso de sistemas de labranza de conservación se puede iniciar con la práctica de no quemar ni incorporar con arado los residuos de cosecha. Si esta práctica se realiza durante varios ciclos se tendrá como resultado la formación de un acolchado de residuos vegetales el cual se conoce como *mulching*.

La adopción de cero labranza implica que el productor tenga acceso al equipo especial de siembra, el cual muchas veces constituye una limitante.

Las ventajas de la labranza de conservación son conocidas: reduce el efecto erosivo de la lluvia, reduce los escurrimientos y la erosión del suelo. Otra tecnología que debe apropiarse el productor en cero labranza es el manejo de herbicidas, lo cual representa una desventaja de este sistema, sobre todo cuando el manejo de estos productos requiere de cuidados especiales que en ciertos casos no se toman en cuenta por falta de conocimiento y experiencia.

c) *Adopción de sistemas de tránsito controlado.* En países desarrollados del norte de Europa se ha adaptado este sistema, el cual consiste en fijar los

lugares por los cuales siempre deberá transitar el tractor a lo largo del ciclo, en cultivos como el trigo. En la literatura este sistema se conoce como *tramlines* (Soane y Ouwerkerk, 1994). Estas líneas de tránsito se crean durante la siembra y corresponden al ancho normal entre las llantas del tractor. Las distancias entre cada línea varían entre 12, 18 y 24 m, dependiendo del ancho del equipo con el cual se vayan a aplicar los agroquímicos en las intervenciones posteriores a la siembra. Este sistema está diseñado para superficies relativamente planas, de grandes dimensiones y altamente mecanizadas.

Se ha calculado que el ahorro de combustible con este sistema llega a ser de 40% y que se favorece la infiltración del agua de lluvia lo cual reduce escurrimientos y erosión (Kayombo y Lal, 1994).

Este sistema tiene un símil en sistemas de producción pecuaria con pastoreo controlado, lo cual puede ayudar a atenuar la compactación por el pisoteo de los animales (Kayombo y Lal, 1994).

Medidas para mejorar suelos afectados por la compactación

a) *Afloxamiento biológico de suelos compactos*: esta solución se basa en el uso de cultivos de cobertera y de leguminosas en las rotaciones. Implica romper con el monocultivo, el cual está demostrado que contribuye en gran medida a la compactación del suelo (Kayombo y Lal, 1994).

b) *Afloxamiento mecánico*: consiste principalmente en el subsoleo, ya sea superficial (con tractor) o profundo (con equipo de oruga y cindeles de hasta 80 cm de profundidad). El subsoleo rompe con las capas endurecidas. Debe tenerse cuidado de no subsolear en el mismo sentido de la pendiente, con el fin de no favorecer avenidas de escurrimientos en épocas de lluvias. El subsoleo mejora la permeabilidad del suelo y sus efectos pueden mantenerse durante varios ciclos, a condición de no caer en errores graves de manejo (Kayombo y Lal, 1994). Su inconveniente es el costo, sobre todo si se realiza con equipo pesado.

LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA TECNOLOGÍA DE LA LABRANZA EN MÉXICO: TEMAS E INTERROGANTES

A lo largo del seminario se ha hablado de que las innovaciones en la agricultura mexicana se pueden clasificar en tres grandes grupos: innovaciones en lo biológico, en lo químico y en lo mecánico. Ha quedado claro que la mayor parte de los esfuerzos de las ciencias agrícolas se han dirigido hacia

la *innovación biológica* con la introducción de los híbridos y nuevas variedades. En una segunda etapa y durante los años ochenta, la biotecnología ha reforzado esta vía de la innovación al ofrecer al productor un primer espectro de materiales genéticos resistentes a enfermedades o con características de calidad más propicias al mercadeo de los productos. La *innovación química* se inició con la introducción de los fertilizantes y con el mejor manejo de los nutrimentos aportados a la planta. Se ha señalado que en este campo hay aún grandes posibilidades de avance, principalmente en sectores de agricultura campesina. La *innovación mecánica* está representada por la introducción del tractor a partir de los años cuarenta, y el uso amplio de los implementos de labranza y de cultivo.

Se ha señalado que la agricultura mexicana presenta potenciales de desarrollo en las tres áreas de la innovación y que en comparación con las agriculturas de los países desarrollados hay un permanente retraso, en parte porque la tecnología no es generada localmente.

Las mejoras en la tecnología de la labranza caen en las innovaciones mecánicas y de operaciones. Estas mejoras, en la actual crisis financiera del país y del campo mexicano, sin duda que deberán responder a un ahorro de energía y de insumos de producción. Asimismo, las nuevas propuestas surgirán de la capacidad de los investigadores para entender las prácticas actuales y proponer alternativas realistas, en estrecha relación con las posibilidades del productor para adoptar nuevos instrumentos o nuevos procesos.

Aparentemente el trabajo es muy amplio pues no existen muchos grupos de investigación centrados en las operaciones agrícolas en general y en operaciones de labranza en particular. En seguida se citan algunos temas en donde nuestro conocimiento es muy incipiente. La "traficabilidad" (*trafficability*) de los terrenos (Guérif, 1994) depende de la interacción entre textura y humedad del suelo, y características de las llantas de los vehículos. Los días disponibles para que la maquinaria pueda tener acceso a las parcelas está en función del clima y del tipo de suelos; se precisan estudios sistemáticos sobre precipitación pluvial y evapotranspiración para definir esta variable regional. La "trabajabilidad" (*workability*) resulta de las interacciones entre un implemento de labranza y el suelo. El término define la habilidad de una capa del suelo (con condiciones dadas de humedad y estructura) a reaccionar satisfactoriamente, es decir, a asumir una estructura del suelo deseada (Guérif, 1994). Se sabe que a mayor compactación mayor es la duración de un corte del suelo, resultando en terrones más grandes y resistentes.

Deseamos terminar sometiendo a discusión la pertinencia de algunas interrogantes sobre la tecnología de la labranza en México en la perspectiva

de colaboración entre instituciones de desarrollo tecnológico e instituciones de investigación:

a] ¿Cuáles son las tendencias actuales en tecnología de la labranza para los principales cultivos y regiones?

b] ¿Cuál es el avance de los sistemas de labranza de conservación? y ¿qué organismos y actores pueden ser los promotores eficaces de estas prácticas en la actual coyuntura?

c] ¿Cuál es la eficiencia de las prácticas de labranza de conservación en materia de estructura del suelo, almacén de agua en el suelo y evolución de la materia orgánica, para los suelos del país?

d] ¿Qué áreas temáticas de la ingeniería agrícola ofrecen posibilidades de desarrollo prometedor, en tanto que puedan traducirse en procesos de producción más eficientes y económicos, atractivos para el productor?

Las respuestas a estas preguntas nos han parecido básicas para la comprensión y mejoramiento de la tecnología de la labranza en México. Es probable que los avances tecnológicos en esta materia estén acompañados por la adquisición de nuevos métodos de diagnóstico como el perfil cultural, y de un sistema conceptual de ingeniería agrícola más amplio que perfeccione nuestro desempeño técnico en campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuanalo de la C., H. (1981), *Manual para la descripción de perfiles de suelo en campo*, México, Colegio de Postgraduados, Centro de Edafología, Chapingo.
- De León, F. y J. Guérif (1993), "Relación entre características morfológicas y propiedades mecánicas de terrones y cilindros compactados", *Terra*, vol. 11, núm. 1, México, pp. 18-32.
- y J.G. Pérez (1995), *El perfil cultural del suelo: manual para estudiar la estructura de la capa arable*, México, UAM-X (en edición).
- Gautronneau, Y. y H. Manichon (1987), *Guide methodique du profil cultural*, París, GEARA-CEREF.
- Guérif, J. (1994), "Effects of compaction on soil strength parameters. 191-214", en *Soil compaction in crop production*, B.D. Soane y C. van Ouwerkerk (eds.), Amsterdam, Elsevier Science.
- Kayombo, B y R. Lal (1994), "Responses to tropical crops to soil compaction", en *Soil compaction in crop production*, B.D. Soane y C. van Ouwerkerk (eds.), Amsterdam, Elsevier Science, pp. 287-316.
- Manichon (1987), "Observation morphologique de l'état structural et mise en evidence d'effets de compactage des horizons travaillés", en *Soil compaction*

- and regeneration*, G. Monnier y M.J. Goss (eds.), Rotterdam, Balkema, pp. 39-52.
- Soane, B.D. y C. van Ouwerkerk (1994), "Soil compaction problems in world agriculture", en *Soil compaction in crop production*, B.D. Soane y C. van Ouwerkerk (eds.), Amsterdam, Elsevier Science, pp. 2-21.
- Stengel, P. (1990), "La caractérisation de la structure du sol, objectifs et methodes", en *La structure du sol et son évolution: conséquences agronomiques, maitrise par l'agriculteur*, J. Boiffin y A.M. Laflèche (eds.), París, INRA.
- Sebillotte, M. (1990), "Système de culture: un concept opératoire pour les agronomes", en *Les systèmes de cultures*, D. Picard y L. Combe (eds.), París, INRA.
- Tardieu, F. (1989), "Root system responses to soil structural properties: micro and macro scale", en *Mechanics and related processes in agricultural soils*, W.E. Larson *et al.* (eds.), NATO ASI Series, Kluwer Academic Pub.

EL SILO SOLAR HEXAGONAL. ALTERNATIVA ECONÓMICA EN LA AGROINDUSTRIA EN MÉXICO

Baltasar Mena Iniesta*

INTRODUCCIÓN

En México el consumo de granos alimenticios, tanto los de producción nacional como los importados, es una parte vital de la economía; la infraestructura existente para el almacenamiento y la distribución de dichos granos es insuficiente para las necesidades básicas de la nación. Por esto existe la imperiosa necesidad de construir un gran número de silos de alta capacidad de almacenamiento y rapidez de distribución, localizados en puntos claves de acceso y en puertos de importancia.

A continuación, y con el fin de justificar formalmente el estudio de silos, se muestra una estimación económica sobre las pérdidas por almacenaje.

De acuerdo con las normas de calidad dictadas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, las pérdidas por mal almacenamiento no deben exceder de 9% de las cantidades cosechadas. Según estimaciones de ANDSA (Almacenes Nacionales de Depósito) las pérdidas por ensilaje se encuentran, en el mejor de los casos, entre 10 y 30 por ciento.

En el cuadro 1, con datos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática), se presentan las cantidades cosechadas de los principales granos y sus respectivos precios durante 1990, mientras que las importaciones se muestran en el cuadro 2.

Considerando un 20% de pérdidas por almacenamiento (datos de ANDSA), es posible hacer un cálculo simple de las cantidades desperdiciadas durante 1990 (véase el cuadro 3).

Como una comparación arbitraria, pero ilustrativa, con los 582.3 millones de dólares anuales del cuadro 3, tomemos el presupuesto anual de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1991 que fue de 1 639.6 millones de nuevos pesos.

En las cifras del cuadro 3 podemos observar la magnitud del problema del mal almacenaje de granos. La estimación anterior, en cierta manera es

* Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

CUADRO 1
COSECHA NACIONAL DE LOS GRANOS
DE MAYOR IMPORTANCIA, 1990

<i>Granos</i>	<i>Precio (nuevos pesos por ton)</i>	<i>Producción (toneladas)</i>
Maíz	640	12 651 364
Frijol	1 650	961 810
Trigo	550	390 837
Arroz	550	321 698

CUADRO 2
PRINCIPALES GRANOS IMPORTADOS EN 1990

<i>Granos</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Dólares por ton</i>
Maíz	4 102 443	106.1
Frijol	330 181	766.4
Trigo	338 699	136.7

CUADRO 3
ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS PÉRDIDAS
DE GRANO EN 1990

<i>Tipo de grano</i>	<i>Producción nacional</i>		<i>Importaciones</i>	
	<i>Toneladas</i>	<i>Millones de dólares</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Millones de dólares</i>
Maíz	2 530 273	268.46	820 489	87.05
Frijol	192 362	147.43	66 036	50.61
Trigo	78 167	10.69	67 740	9.26
Arroz	64 340	8.80	—	—
<i>Subtotal</i>	—	435.38	—	146.92

Total: 582.3 millones de dólares/año

conservadora y burda, nos dice que si hubiéramos evitado por completo las pérdidas por almacenaje podríamos haber “ahorrado” el suficiente dinero como para *duplicar el presupuesto total de la UNAM en 1991 o reducir 20% el precio de la tortilla (alimento básico del pueblo mexicano)*.

UN NUEVO TIPO DE SILO

Históricamente, el desarrollo de silos ha sido de naturaleza práctica. Su diseño ha sido responsabilidad de agrónomos, granjeros o de ingenieros civiles. La reología nunca se ha considerado como un aspecto importante en el diseño de silos.

A pesar de que existe un gran número de silos con formas geométricas diversas, la mayor parte son de tipo vertical. Éstos acarrearán problemas imprevistos, tales como la aparición de esfuerzos dinámicos “secundarios” durante el vaciado, la distribución no uniforme de esfuerzos en las paredes, la destrucción del grano debido a la fricción, la compactación irregular de los materiales dentro del silo en el proceso de llenado, y la dificultad en el diseño de la tobera de descarga, sólo por nombrar algunos.

El análisis reológico de un silo debe cubrir los siguientes puntos de estudio:

1] Características principales de los materiales que se almacenarán; por ejemplo, fricción interna entre granos, factor de fricción entre éstos y las paredes del silo, el ángulo natural de reposo en varias condiciones de humedad relativa, y la densidad aparente de los granos.

2] Esfuerzos principales en el silo. Cuando el material está en reposo existen presiones y esfuerzos estáticos que actúan en las paredes y en el fondo del silo. Estos esfuerzos iniciales son “fácilmente” predecibles. Sin embargo durante el proceso de vaciado aparecen esfuerzos dinámicos secundarios, cuya magnitud y localización son difíciles de predecir ya que representan un factor crucialmente importante para el diseño seguro y adecuado de un silo.

3] Proceso de vaciado. El comportamiento reológico de los granos durante el proceso de vaciado es de suma importancia en el diseño de un silo. Se debe procurar una mezcla homogénea de material, así como un flujo suave y uniforme, de tal manera que los esfuerzos debidos a la fricción sean mínimos.

4] Diseño de la tobera de descarga. El proceso de vaciado debe realizarse, invariablemente, por medio de una tobera. Ésta debe tener un diseño geométrico capaz de soportar las presiones verticales que se presentan de acuerdo con las características del material almacenado.

De acuerdo con los criterios anteriores, y después de un proceso de preselección, se sugiere la geometría de sección transversal hexagonal que se muestra en la figura 1.

Los granos fluyen al interior del silo por medio de un alimentador, el cual distribuye el flujo en dos canales simétricos, ambos a 45° con respecto a la horizontal.

La sección transversal hexagonal está dividida en dos secciones interiores por medio de placas transversales. Éstas son paralelas a las paredes del fondo del silo, a 30° con respecto a la horizontal. El propósito de dichas placas es reducir los esfuerzos entre las paredes y el grano, y asegurar un flujo homogéneo durante los procesos de llenado y vaciado.

La inclinación de las paredes y las placas es de 30° debido a que este valor es ligeramente superior a cualquiera de los ángulos naturales de reposo de las semillas más comúnmente almacenadas en silos. Esto hace que el vaciado ocurra de una manera suave, para evitar daños al material. En el llenado, el grano se acomoda de manera natural y sin compactarse demasiado, lo cual es completamente deseable.

Esta geometría pretende modificar la idea general de construcción de silos, basándose en algunas consideraciones reológicas simples. La estructura, formada por una o varias celdas del tipo descrito, se encuentra soportada por medio de paredes laterales. La altura de la estructura es tal, que permite el paso de camiones para recibir los granos durante el vaciado.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El desarrollo del silo hexagonal puede dividirse en dos partes: un estudio experimental que permita establecer la distribución de presiones en las paredes del silo utilizando un modelo a escala, y la observación de los procesos de llenado y vaciado del silo. La segunda parte comprende el desarrollo de un silo prototipo para confirmar los resultados obtenidos en el modelo experimental.

Estudio experimental

Con el fin de determinar las presiones estáticas y los esfuerzos dinámicos en las paredes del silo, se construyó un modelo a escala en acrílico transparente. Cada celda hexagonal es de 40 cm de alto, 60 cm de largo y 10 cm de ancho. Se montaron 11 transductores de presión de alta precisión a lo largo del modelo para monitorear la distribución de esfuerzos durante los proce-

FIGURA 1 (A)
ESQUEMA DEL SILO HEXAGONAL

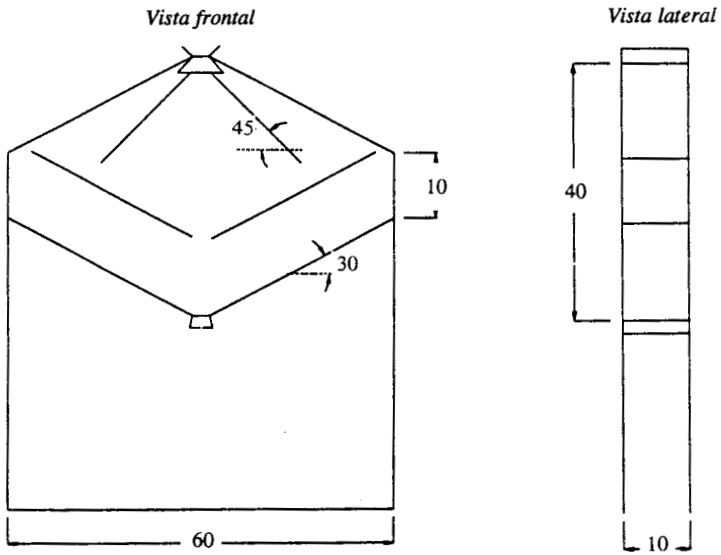
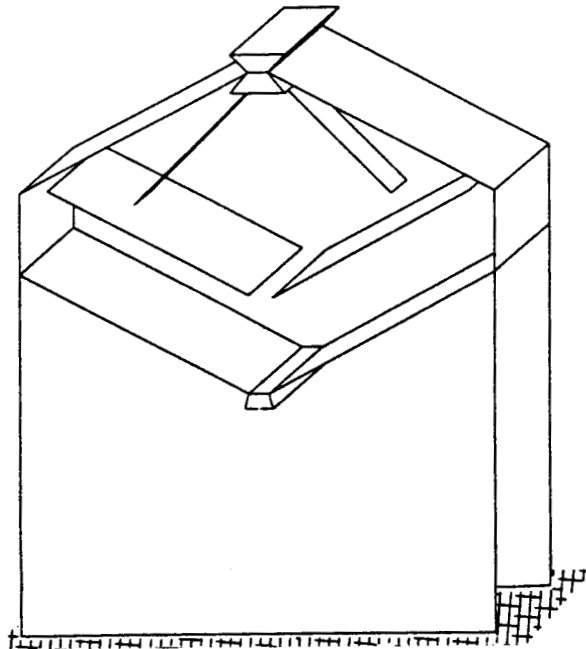


FIGURA 1 (B)
PERSPECTIVA SIMPLE DEL SILO HEXAGONAL



sos de llenado y vaciado del modelo. Los transductores de presión se conectaron, mediante un sistema de adquisición de datos, a una computadora. Los datos obtenidos fueron almacenados y posteriormente graficados. Cada experimento se videograbó para comparar los procesos de llenado y vaciado de distintos materiales.

El modelo experimental descrito se ilustra en la figura 2. Los materiales empleados y sus características principales se muestran en el cuadro 4. Se estudiaron también diferentes grados de compactación, humedades relativas, así como tres distintos factores de rugosidad en las paredes.

Con propósitos prácticos los resultados obtenidos en el modelo experimental se presentan en forma adimensional. Un parámetro adimensional obvio (aunque no único) es la relación entre la presión medida en la pared P_m y la presión P_i que el material tendría, a una profundidad dada, en condiciones isotrópicas; esto es:

$$P = \frac{P_m}{\rho_e \cdot h} \quad (1)$$

donde P_m es la presión experimental medida en la pared, a una profundidad específica h medida desde la parte superior del silo y ρ_e es el peso específico del material. Este parámetro puede ser graficado en función de un tiempo adimensional dado por:

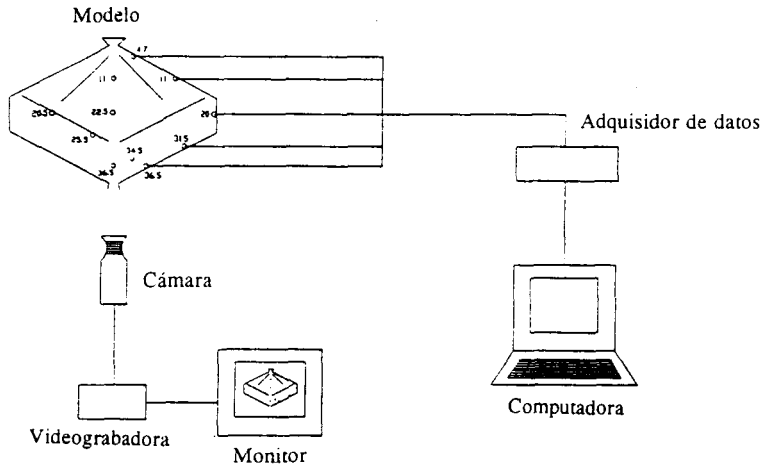
$$t = \frac{t_m}{T} \quad (2)$$

donde t_m es el tiempo al cual la presión fue medida y T es el tiempo total de vaciado del silo.

En las gráficas del anexo 1 se muestran los resultados obtenidos con varios materiales. Los valores iniciales de P en el tiempo cero representan la distribución de presiones estáticas sobre la pared. Los valores subsecuentes representan las presiones durante el vaciado.

Se puede observar que para ciertos materiales aparecen algunos "valores pico", que en ningún caso exceden el valor estático inicial. En otras palabras, en el silo hexagonal no aparecen presiones dinámicas adicionales durante el proceso de vaciado que pudieran ocasionar ruptura en las pare-

FIGURA 2
ARREGLO EXPERIMENTAL



CUADRO 4
ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES GRANULARES

Material	Densidad (gr/cm ³)	Tamaño (mm)	Ángulo de reposo (grados)	Forma
<i>Semillas</i>				
Mijo	0.75	3.0-3.5 ^l 2.0-2.2 ^a	28.5-30	Oval
Ajonjolí	0.66	3.0-3.5 ^l 1.8-2.1 ^a	32-34	Oval aplanada
Amaranto	0.86	1.4-1.6 ^d	29-30	Esfera aplanada
Nabo	0.67	1.4-1.7 ^d	30-31.5	Cuasi-esférica
Chía	0.66	1.8-2.0 ^l 1.1-1.3 ^a	26-28	Elíptica
<i>Otros</i>				
Arena	1.53	0.2-0.3 ^d	28-35	Irregular
Esferas de poliestireno	0.6	0.05-0.1 ^d	25-27	Cuasi esférica

^l Largo.

^a Ancho.

^d Diámetro.

des. Sin embargo, en un silo vertical de similares características dichos esfuerzos pueden alcanzar valores de hasta cinco veces la presión estática que dañan las paredes.

En el proceso de llenado del silo hexagonal se observó que inicialmente los granos forman una sección transversal seudocónica en el fondo del silo, con una inclinación que corresponde al ángulo natural de reposo del material granular. La segunda región de llenado es la formada entre las dos placas transversales y las paredes superiores del silo. Cuando esta sección está casi llena, el grano cae suavemente a la parte inferior de la estructura, que está formada por las placas transversales y las paredes inferiores de la geometría hexagonal. Así se obtiene un llenado suave y simétrico con un daño mínimo para el grano, que además provoca una distribución homogénea de esfuerzos, eliminando la compactación debida a los efectos gravitacionales y eliminando también la tan indeseada pulverización del material almacenado.

El proceso de vaciado del silo hexagonal puede ocurrir de tres diferentes formas, dependiendo del tipo de material en cuestión. El grano, invariablemente, elige el camino de mínima resistencia o mínima energía. Este camino dependerá de las características geométricas del grano, de su ángulo natural de reposo, del factor de fricción con las paredes del silo y del acomodamiento geométrico del grano durante el proceso de llenado.

Es importante notar, como se mostró anteriormente, que sin importar el tipo de vaciado, no aparecen esfuerzos dinámicos adicionales durante este proceso. Este tipo de esfuerzos es común en silos de otras geometrías, particularmente en los silos verticales donde a menudo causan daños irreparables en las paredes.

El tipo de silo más comúnmente usado es el compuesto de celdas verticales, sean cilíndricos o de sección transversal cuadrada. Con el fin de cuantificar la magnitud de las sobrepresiones, y como un ejemplo ilustrativo, se efectuaron pruebas experimentales para un silo vertical de sección circular de similares características de almacenamiento. Para esto se preparó un modelo de acrílico de manera similar al del silo hexagonal, de 20 cm de diámetro y 50 cm de alto. Se colocaron cuatro transductores de presión a lo largo de la pared del silo y en el fondo del mismo con el fin de monitorear la variación de presiones en el proceso de vaciado. Se instaló el mismo sistema de adquisición de datos y video que en el modelo hexagonal. Se probó con los mismos materiales y métodos que en el caso anterior.

Puede observarse que, como se cita en la literatura, los esfuerzos dinámicos pueden alcanzar varias veces el valor del esfuerzo estático. Esto ocurrirá simultáneamente en dos diferentes profundidades en el silo: cerca del fondo y en la mitad. Éstos indudablemente causarían fractura.

Los resultados se graficaron empleando los mismos parámetros adimensionales citados anteriormente. En las gráficas del Anexo 1, pueden observarse algunas sobrepresiones durante la descarga. Estos casos en particular pueden alcanzar hasta tres veces el valor de la presión estática en la mitad superior del silo.

Con base en los resultados experimentales se construyó un prototipo de silo hexagonal de 400 m³ en el rancho Santiago del Paraíso, en Guanajuato, para almacenaje de sorgo y maíz. Adicionalmente, el prototipo se encuentra instrumentado y listo para verificar las predicciones teóricas para cualquier tipo de grano. Así, por ejemplo, si se desea construir un silo para almacenaje de arroz integral sin pérdida alguna de la capa exterior (utilizada para la producción de aceite), se requerirá un volumen total de 200 m³ para efectuar las pruebas correspondientes al sistema de vaciado y alimentar dicha información al sistema de monitoreo automático de descarga. Esto es debido a que por *primera vez* se ofrece el diseño de un silo destinado a las características particulares del grano que se desea almacenar. En caso de cambiar el tipo de grano, simplemente se ajustan los parámetros correspondientes de descarga.

DESCRIPCIÓN DEL SILO PILOTO

El prototipo, formado por dos celdas hexagonales únicamente, representa un modelo para silos de gran capacidad; por ejemplo, silos de distribución, portuarios, etc., con capacidades de 40 000 ton o más. Este último tipo de silos estaría formado por diez o más celdas hexagonales similares a las del prototipo considerado.

Las losas se construyeron con el sistema prefabricado "Lozatec", lo que permite un ahorro considerable de concreto y eliminar totalmente la obra negra durante el colado. El sistema de llenado utiliza el tradicional sistema de cangilones. El silo piloto se muestra en las fotografías del Anexo 2.

El sistema de control de vaciado utiliza transductores de presión estratégicamente colocados, los cuales envían las señales previamente moduladas a un microprocesador. Éste, a su vez, registra la cantidad de material que se ha vaciado, enviando la instrucción de cierre o apertura (según el caso) a un sistema que regula la compuerta.

El sistema fue diseñado en su totalidad por alumnos de la Facultad de Ingeniería, tesisistas del proyecto (véase "Diseño, construcción e instrumentación de un nuevo tipo de silo", tesis presentada en diciembre de 1992. Patente solicitada a la UNAM por medio del Centro de Innovación Tecnológica, CIT).

Sistema solar de aireación y secado de grano

Para mantener el buen estado y la buena calidad de las cosechas de granos de toda especie se requiere protegerlas contra agentes destructores de tipo climático, conservar ciertos niveles de temperatura y de humedad del ambiente, y controlar el aspecto biológico protegiendo el grano contra los insectos, roedores, pájaros y diversos microorganismos.

El proyecto busca obtener una estructura con tendencia bioclimática, que por su diseño mantenga a muy bajo costo energético las condiciones adecuadas del microclima interior del silo para la excelente conservación del grano.

El aprovechamiento de la energía solar como fuente energética principal ofrece una buena opción económica para superar los sistemas convencionales, incluso para operaciones como el secado de granos.

En el diseño se toma en cuenta el efecto de los factores externos debidos a los elementos climáticos, i.e. la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, la nubosidad, los vientos dominantes y la radiación solar. Asimismo, se considera la latitud y longitud del lugar para definir la orientación e inclinación de las superficies captadoras y sus dimensiones.

Los materiales aplicados en los sistemas de techos y muros están constituidos de tal manera que cumplen una o más funciones bioclimáticas, como son la captación o protección de la energía solar, el aislamiento o almacenamiento térmico y el favorecimiento de la termocirculación del aire. El diseño del silo solar hexagonal es una estructura en la cual parte de sus muros y techo están constituidos por elementos estructurales de pared delgada de sección transversal rectangular, formando ductos en los que se alojan los diversos dispositivos de control solar, unidos al área captadora donde se integran a estos elementos los colectores solares. Se utilizan materiales de "concreto orgánico", desarrollados en nuestro Instituto, los cuales presentan excelentes propiedades a un bajo costo.

El uso de estos materiales en el sistema de techo permite reducir 50% el peso del sistema estructural sustituido, bajando el costo global del mismo en proporción similar.

En cuanto a los muros de orientación preferencial, su peso se reduce aproximadamente en la misma proporción y su costo es similar al muro tradicional, pero este sistema permite el control absoluto de la interacción climática.

En resumen, los materiales de construcción seleccionados poseen una gran disponibilidad en el mercado, además de ser económicos y versátiles y aplicables a todo tipo de clima.

El uso de energía solar para el secado y aireación de granos permite una gran variedad de opciones de operación mediante un sistema *ecológicamente limpio* y virtualmente sin mantenimiento.

A continuación se presentan algunas variaciones en el uso del sistema solar de secado y aireación:

Operación a sistema cerrado o hermético:

- Secado de granos por termocirculación.
- Enfriamiento por radiación nocturna.
- Uso del sistema para fumigación y prevención de plagas.
- Encapsulados a base de gas inerte utilizando el sistema de ductos.

Operación a sistema abierto:

- Secado de granos por ventilación.
- Ventilación por enfriamiento diurno o nocturno.
- Aireación periódica.

La operación seleccionada dependerá de las condiciones climáticas pre-
valecientes y de las condiciones del grano.

Algunas ventajas de la utilización del sistema de secado y aireación solar se presentan a continuación:

- Considerable reducción en los costos de construcción (principalmente en el sistema de techado).
- Ahorro energético para la operación de secado, así como menor inversión por equipo y mantenimiento.
- El uso de energía solar trae consecuencias ecológicas favorables.
- Menor gasto de operación y versatilidad para atacar cualquier problema que pueda afectar al grano.
- Versatilidad para cualquier región climática con simples ajustes de operación de los dispositivos de control solar.

Silo experimental de laboratorio

Adicionalmente al silo piloto, se cuenta con un silo experimental de laboratorio con una capacidad de 3.5 ton. Es de acrílico transparente, montado sobre una estructura de ángulo metálico. El modelo se encuentra instrumentado con transductores de presión, medidores de temperatura y medidores de humedad. Las dimensiones de la celda hexagonal del modelo son 3 m de altura, 2.20 de largo y 1.10 m de ancho; es decir, a una escala de 1:4 con respecto al silo piloto. El sistema de vaciado y de llenado es similar al del silo piloto, incluyendo el sistema electrónico de control de vaciado. Asimismo, el modelo cuenta con un sistema de secado y aireación por energía solar, simulada en este caso con un banco de resistencias de calor regulable. Cuenta

además con un sistema de ductos de inyección de aire seco y ventiladores para ensayo de aireación pasiva y forzada según el caso.

El silo experimental permite visualizar los patrones de flujo, para obtener los perfiles de velocidad, el campo de esfuerzos y otros, y permite la comparación de los mismos con soluciones numéricas basadas en teorías de dinámica molecular aplicadas a flujo tridimensional granular. En resumen, los resultados obtenidos en el silo experimental de laboratorio permiten evaluar de manera precisa los parámetros esenciales del comportamiento del grano en el silo y su escalamiento a silos de tamaño mayor. Asimismo, el modelo permite verificar predicciones teóricas y numéricas de teorías de flujo granular.

Tamaño del mercado

Dada la insuficiencia de instalaciones de almacenaje y distribución de granos en México, se prevé (información de ANDSA) la construcción de alrededor de 24 silos de gran capacidad durante los próximos cuatro años. Además, se estima que por lo menos una cantidad similar corresponderá a empresas privadas. Es decir, que tan sólo en el país se requieren unos 10 silos anuales de gran capacidad para cubrir las necesidades de almacenaje y distribución de granos.

Recientemente, nuestro grupo de investigación ha sido invitado para formar parte del United States Department of Energy, Granular Flow Advance Research, un grupo formado por los principales laboratorios estadounidenses dedicados al estudio de flujo granular. *Actualmente se está firmando un acuerdo de transferencia de tecnología con Flinders University de Australia para la explotación comercial en ese país. El programa de cooperación internacional ascenderá a 14.5 millones de dólares.*

Beneficios esperados

De acuerdo con los resultados, el beneficio principal que se espera obtener con el empleo de este nuevo tipo de silo es evitar el desperdicio de grano. Dado que la alimentación de nuestro país (y de muchísimos otros) se basa en granos y cereales, es de primordial interés minimizar el desperdicio de los mismos. Baste como ejemplo el caso del maíz, cuyas pérdidas por mal almacenaje deben cubrirse con importaciones a mayor precio. Mediante el uso de silos hexagonales, se eliminarían dichas pérdidas y harían innecesaria la importación de maíz. Casos similares se presentan con trigo, frijol, arroz y otros cereales.

Así, el uso de silos hexagonales para el almacenamiento y distribución de maíz en nuestro país permitiría la autosuficiencia en la producción de dicho grano, eliminando las importaciones.

Por otro lado, el nuevo sistema de almacenamiento de granos mediante energía solar abate los costos de maquinaria de secado y aireación de grano; no utiliza combustible, no daña el ambiente, permite un control absoluto de la calidad del grano almacenado y no requiere mantenimiento.

Además, el uso del sistema de energía solar reduce el costo de los materiales empleados en la construcción pues se emplean materiales de desecho, como bagazo de caña y concretos poliméricos de fibras naturales.

Beneficios tecnológicos

Las características geométricas del silo hexagonal son tales que el maltrato del grano durante los procesos de llenado y vaciado es mínimo. El grano adopta su ángulo natural de reposo reduciendo esfuerzos por fricción y compactación. La geometría hexagonal elimina la aparición de esfuerzos dinámicos secundarios durante el proceso de vaciado. Estos esfuerzos son los responsables de la ruptura de paredes en los silos convencionales de tipo vertical. De esta manera se reducen también las inversiones destinadas al mantenimiento.

El diseño tipo celda da versatilidad a las capacidades de almacenamiento y la elevación por encima del suelo permite facilidades ilimitadas de transportación durante el vaciado, además de que evita la presencia de roedores dentro del silo.

Por último, el costo total de un silo hexagonal de gran capacidad es considerablemente menor que el de uno vertical de capacidad similar. Esto se debe, en gran parte, al sistema de construcción a base de losas de concreto, el cual permite abatir considerablemente los costos de construcción. Por ejemplo, un silo de gran capacidad, digamos de 40 000 ton, en el caso de un silo vertical totalmente equipado, tiene un costo aproximado de 200 dólares por metro cúbico. Sin embargo, un silo hexagonal de igual capacidad y equipo, tendría un costo de 130 dólares por metro cúbico.

El sistema solar de secado y aireación, representa una alternativa ecológica viable y económica para el secado y almacenamiento de grano a mediano y corto plazo, aumentando la versatilidad del silo hexagonal, e introduciendo conceptos y materiales económicos y de fabricación nacional, resultado de tecnología propia de nuestro país.

Beneficios económicos

Ejemplo comparativo de costos y operación entre un silo vertical y un silo hexagonal de 40 000 toneladas de capacidad:

	<i>Millones de dólares</i>
a) <i>Silo vertical</i>	
Costo de construcción	8
Ensilaje (maíz): (40 000 ton × 100 dólares/ton)	4
Pérdidas (30%): (en cada ensilaje)	1.2
b) <i>Silo hexagonal</i>	
Costo de construcción	5.2
Ensilaje (maíz): (40 000 ton × 100 dólares/ton)	4
Pérdidas (4% máximo): (en cada ensilaje)	0.016
<i>Comparación:</i>	
Ahorro en construcción	2.8
Ahorro en pérdidas por cada ensilaje	1.04

En resumen, cada silo hexagonal construido representa un ahorro para el país de 2.8 millones de dólares y cada ensilaje representa un ahorro de 1.04 millones de dólares. Es decir, prácticamente en menos de tres ensilajes se ahorra lo suficiente para construir otro silo hexagonal adicional de igual capacidad, o bien, la sustitución sistemática de silos verticales por silos hexagonales, podría representar para México un ahorro superior a 50% de sus erogaciones en importación y almacenaje de granos alimenticios.

El sistema de secado y aireación solar representa un ahorro adicional de 20% en el material empleado en la construcción, proporcionando además un sistema ecológico simple y económico para la conservación del grano en el silo hexagonal a mediano y largo plazos, sustituyendo sistemas de secado a base de combustibles y contaminantes.

Por último, la tecnología empleada es totalmente de origen mexicano y representa el resultado de más de cuatro años de investigación interdisciplinaria en nuestra máxima casa de estudios.

REFERENCIAS

- Arnold, C. y A.G. McLean, "An Analytical Solution for the Stress Function at the Wall of a Converging Channel", *Powder Tech.* (1975), vol.13, pp. 255-260.
- Bransby, P.L., P.M. Blair-Fish y R.G. James, "An investigation of flow of granular materials", *Powder Tech.* (1973), vol. 8, pp. 197-206.
- Coulomb, C.A., "Essai sur ue application des règles de maximis et minimis, à quelques problèmes de statique, relatifs à l'architecture", *Memories de Mathematiques de l'Academie Royal des Sciences* (1776), vol. 7, pp. 343-382.
- Gudehus, G., D. Kolymbas y J. Tjchman, "Behaviour of granular materials in cylindrical silos", *Powder Tech.* (1986), vol. 48, pp. 81-90.
- Haff, P.K., "Grain Flow as a fluid-mechanical phenomenon", *J. Fluid Mech.* (1983), vol. 134, pp. 401-430.
- INEGI, *Boletín Mensual de Información Básica de Sector Agropecuario y Forestal*, avance del mes de febrero de 1991, México, abril de 1991.
- Jackson, R., "Some features of the flow of granular materials and aereated granular materials", *Journal of Rheology* (1986), vol. 30(5), pp. 907-930.
- Janssen, H.A., *Experiments on grain pressures in silos*, Vereign Deutscher Ingenieure, Zeitschrift, 1895.
- Jaeger, H.M. y S.R. Nagel, "Physics of the granular state", *Science* (1992), vol. 255, pp.1523-1531.
- Jenike, A.W., "Gravity flow of solids", *Trans. Inst. Chem. Engrs.*, 1940.
- Johanson, J.R. y H. Colijn, "New Design Criteria for hoppers and bins", *Iron and Steel Engineer*, 1964.
- Kaza, K.R. y R. Jackson, "The rate of discharge of coarse granular materials from a wedge-shaped mass flow hopper", *Powder Tech.*, (1982), vol. 33, pp. 223-237.
- y R. Jackson, "Boundary conditions for granular materials flowing out of a hopper or bin", *Chem. Eng. Sci.* (1984), vol. 39, pp. 915-916.
- Michalowski, R.L., "Flow of Granular Material Through a plane hopper", *Powder Tech.*, (1983), vol. 39, pp. 29-40.
- Pitman, E.B., "Stress and Velocity fields in two- and three-dimensional hoppers", *Powder Tech.* (1986), vol. 47, pp. 219-231.
- Ramírez, Genel, *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*, México, CECSA, 1966, pp. 13-100 y 275-289.
- Ravanet, J., *Silos* (tomos I y II), Madrid, Editores Técnicos Asociados, 1975.
- Reimbert, André M., *Silos, Theory and Practice*, Alemania, Trans. Tech. Publications, 1976.
- Reynolds, O., "On the dilatancy of composed media of rigid particles in contact", *Phil. Mag.* (1885), vol. 20, pp. 469-481.

- Rowe, R.E., *An investigation into the cause of cracking in a reinforced concrete silo containing cement*, Londres, Concrete and Cement Association, 1958.
- Savage, S.B., "The mass flow of granular materials from coupled velocity-stress fields", *Brit. J. Appl. Phys.* (1965), vol. 16, pp. 1885-1888.
- Schofield N. y C.P. Wroth, *Critical state soil mechanics*, Nueva York, McGraw-Hill, 1968.
- Safarian, S.S., "Design pressure of granular materials in silos", *ACI Journal, Proceedings*, vol. 66, núm. 8, 1969.
- Watson, Stephen J., *El ensilaje*, México, CECSA, 1963, pp. 22-49.
- Zenit, R. B. Sc., Dissertation, UNAM, 1992.

AGRADECIMIENTOS

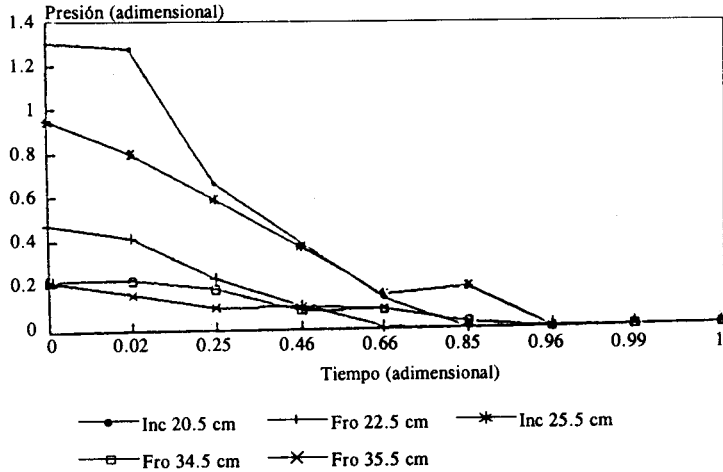
Proyectos: Conacyt 0073-A7026, PAPIID IN302392, PAPIIT IN50394, I.E.A.I. Fossil fuel multipase agreement, *NSF/DOE workshop on flow on particulates and fluids*.

ANEXO 1

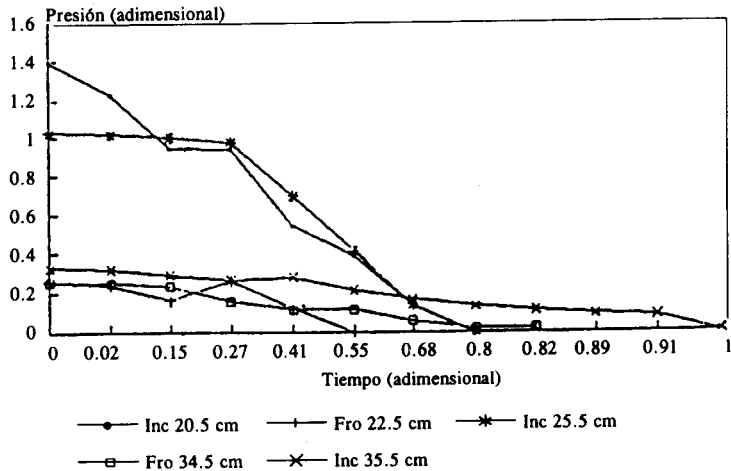
SILO HEXAGONAL

Variación de presiones máximas adimensionales

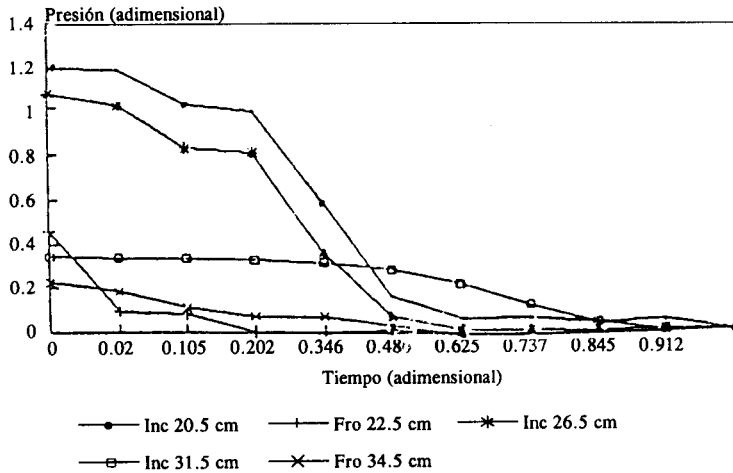
GRÁFICA 1
MATERIAL: ESFERAS



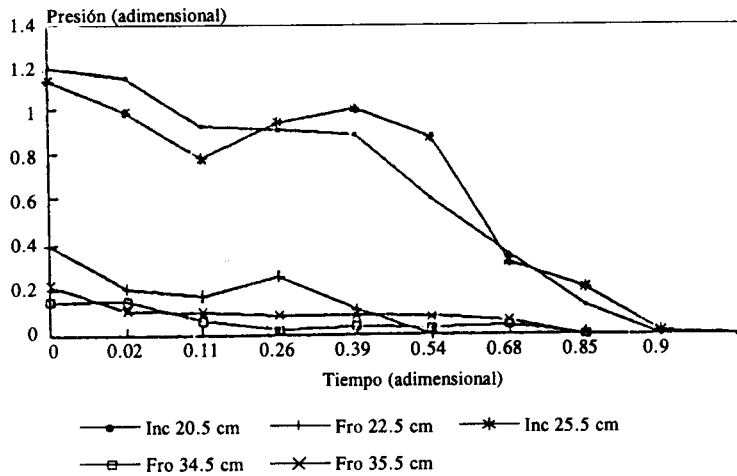
GRÁFICA 2
MATERIAL: NABO



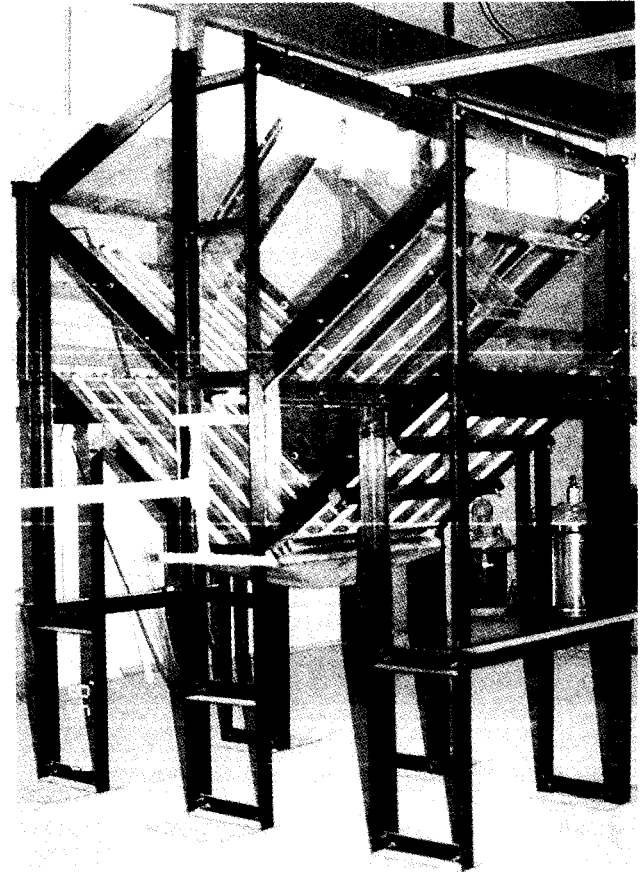
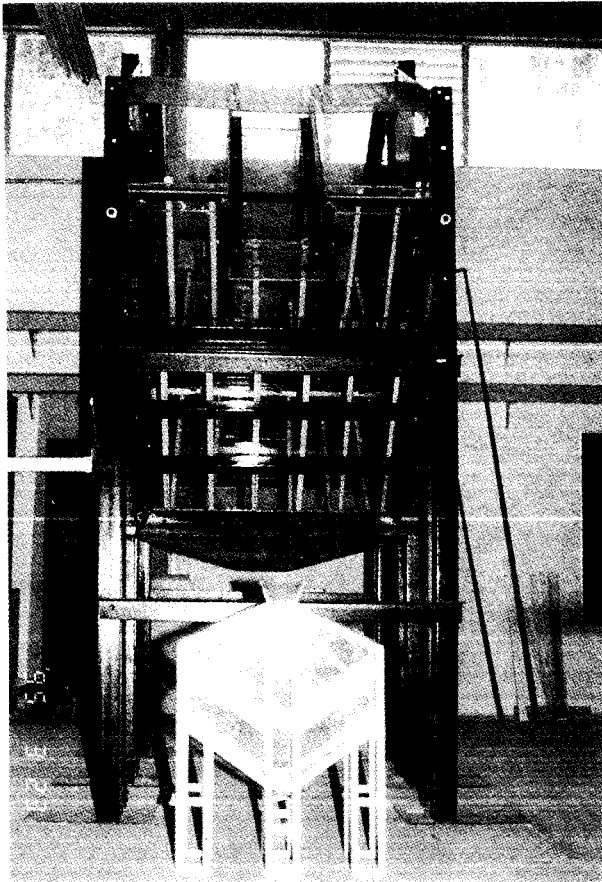
GRÁFICA 3
MATERIAL: ARENA

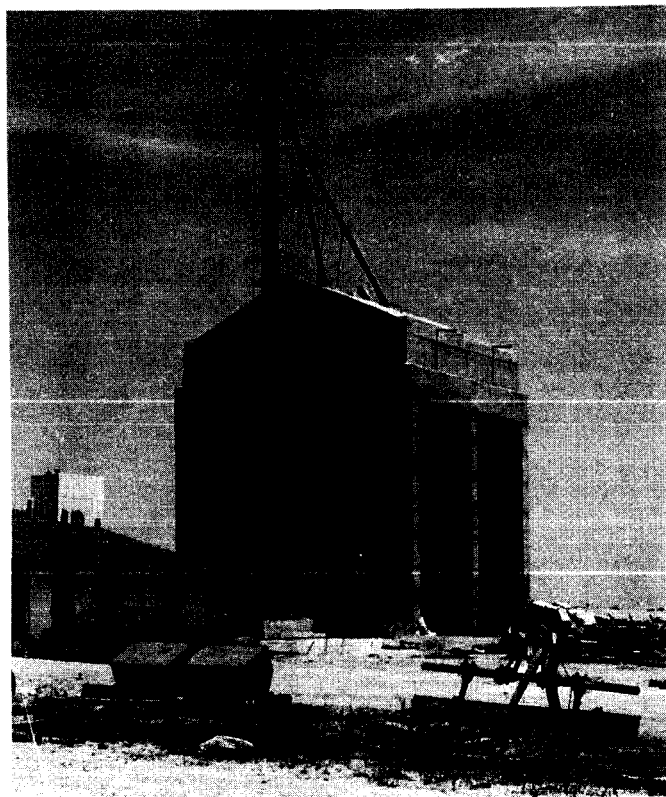
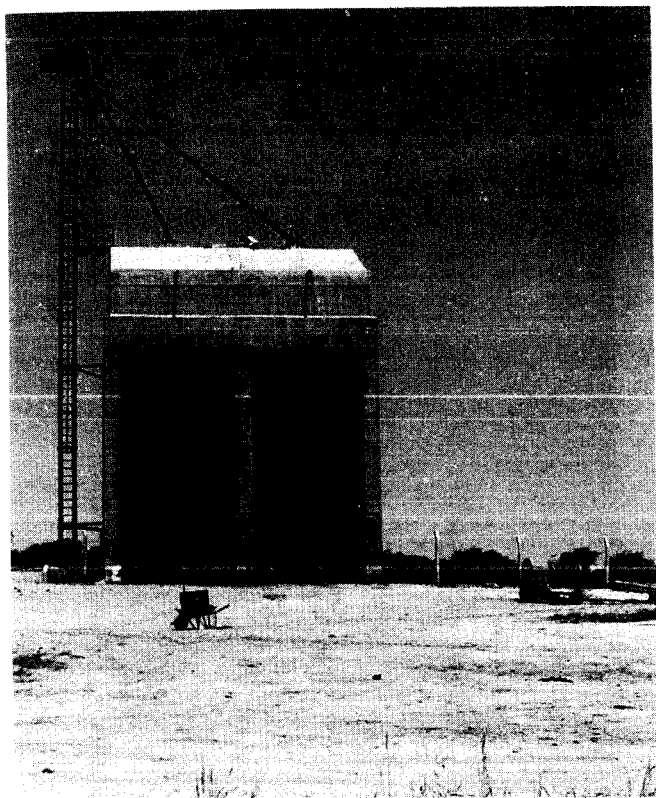


GRÁFICA 4
MATERIAL: AMARANTO



ANEXO 2





TRASPLANTE DE MAÍZ Y SUS PERSPECTIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO

Alfonso Larqué-Saavedra*

INTRODUCCIÓN

En México se cultivan alrededor de 23 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente 18 millones son de temporal; esto es, que su productividad depende de la lluvia. De este total en aproximadamente 8 millones se siembra maíz. Según datos publicados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en México la superficie disponible de mayor potencial productivo para la producción de maíz es de alrededor de 2.5 millones de hectáreas; de potencial alto, un millón de hectáreas, y de mediano potencial, 2.8 millones.

Los estados de la República que mayor superficie agrícola destinan al cultivo del maíz son Chiapas (743 525 ha), Jalisco (707 240), estado de México (659 779), Puebla (604 252) y Veracruz (482 923) (SARH, 1994). En todos los estados se siembra maíz. En Tlaxcala, por ejemplo, casi 90% de la tierra laborable se dedica a este cultivo, hecho que no es equivalente para otros estados.

CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

1] Hasta 1994 se reportaban 2 360 productores de maíz, de los que más de 1.5 millones poseían de 1 a 2 hectáreas.

2] En 1991 el maíz se sembró en todos los estados de la República y el Distrito Federal (Dirección General de Estadística de la SARH). Se sembraron 1 207 460 ha de riego y 6 522 278 de temporal, lo que da un gran total de 7 730 038 ha. El rendimiento promedio para condiciones de riego fue de 3 701 ton/ha y 1 723 ton/ha para temporal. Así, las tierras de riego aportan

* Programa de Botánica del Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, estado de México. Esta investigación tiene apoyo parcial de Conacyt, proyecto 1230-N9203.

4 272 790 ton de grano, en tanto que las tierras de temporal produjeron 9 978 710 ton, dando un gran total de 14 251 500 toneladas de grano.

3] Considerando que el consumo per cápita de grano de maíz por año según la SARH es de 200 kg, para una población de 90 millones de mexicanos se requieren 18 millones de toneladas del grano por año. La producción en los 8 millones de hectáreas que se siembran de maíz asumiendo una producción promedio de 2 ton/ha será de 16 millones de ton/ha por año. Esta relación nos indica que tenemos permanentemente un déficit de producción de este grano, en el mejor de los casos.

4] Con el objeto de favorecer la autosuficiencia en la producción de grano, en tiempos recientes el Estado ha propiciado el establecimiento de programas como el de la "Inducción tecnológica en maíz", basado en: a) el aprovechamiento de áreas de alto potencial productivo no desarrollado; b) transferencia gradual de la asistencia técnica a productores; c) alta tecnología con alteración beneficio-costos, d) compactación de áreas de producción, y e) fomento de la organización de productores de acuerdo con la nueva Ley Agraria (SARH, 1994). Otra medida es la creación del Programa de Apoyo al Campo (Procampo) que apoya directamente por hectárea cultivada y que en el caso de maíz en 1994 era del orden de 330.00 nuevos pesos por hectárea para maíz blanco y el precio de garantía de 750.00 nuevos pesos.

5] La agricultura de temporal presenta muchos riesgos, como retraso de lluvias, heladas tempranas, mala distribución de las lluvias, poca precipitación durante el temporal, etcétera.

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN MÉXICO

Sin entrar en el análisis detallado de los cuatro anteriores señalamientos o considerandos, es conveniente anotar que lo que la Dirección General de Política Agrícola de la SARH en 1994 (70-78 pp.) informa como avances tecnológicos para el cultivo del maíz aplicados en México no han cambiado con respecto a los quinquenios pasados. Las recomendaciones incluyen la preparación del suelo, riego y cosecha, variedades mejoradas para condiciones agroecológicas específicas, fertilización, control químico de plagas y enfermedades.

TECNOLOGÍA QUE SE PROPONE

Trasplante de maíz

La siembra directa tradicional en la agricultura de temporal consiste en depositar en el surco de 2 a 5 semillas por "golpe". Se efectúa generalmente al terminar la época de estío, al inicio del periodo de lluvias. El maíz sólo requiere su propio peso en agua para germinar, por lo que si la lluvia es abundante ésta se desperdicia y se pierde por evaporación, percolación, escurrimiento, etc. (Larqué-Saavedra, 1981).

El modelo de trasplante consiste en tener un almácigo de plántulas de maíz o frijol para establecerlas en el campo una vez que se inicie el temporal. De esta forma, en lugar de sembrar directamente las semillas para que el agua de temporal favorezca su germinación, crecimiento y fructificación, se trasplantan las plántulas y el agua del temporal se ocupará para crecimiento y fructificación.

Los resultados obtenidos con esta práctica agrícola para maíz y frijol en el área de Chapingo, estado de México, de 1981 a la fecha se muestran en las gráficas 1 y 2. En ellas se aprecia que el trasplante incrementó significativamente la producción de grano de maíz, equivalente en promedio a 108% sobre el control de siembra directa. En el cuadro 1 se anota que el trasplante incrementó 66% la eficiencia de uso de agua del temporal en comparación con la siembra directa.

En el caso del frijol los datos muestran también el incremento significativo en la producción que en promedio del periodo estudiado llegó a 40% sobre el control de siembra directa. En el cuadro 2 se indica que la eficiencia en el uso del agua del temporal por el frijol fue de 24% sobre el de siembra directa.

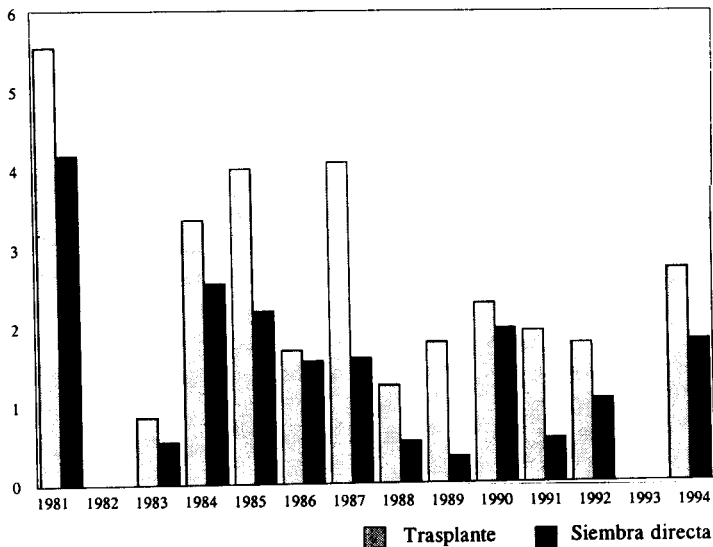
COMENTARIOS FINALES

Se tienen que proponer nuevos modelos tecnológicos para propiciar la producción de grano de maíz en México. Las biotecnologías deben probarse y mostrar su bondad en el corto plazo.

En condiciones de riego o de temporal, el trasplante podría brindar una alternativa en la producción de grano. Considerando los planteamientos hechos en la Introducción se podría prácticamente duplicar la producción del grano de maíz e incrementarla casi 40% en el caso del frijol. La tecno-

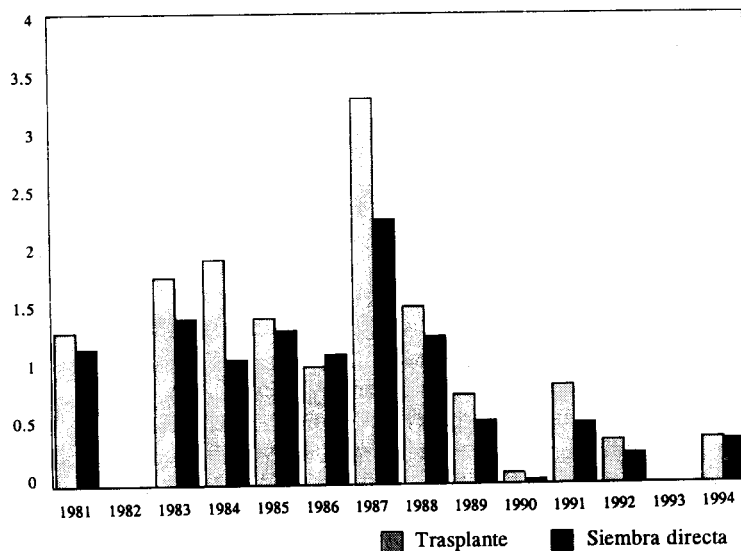
GRÁFICA 1

RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE MAÍZ EN CONDICIONES DE TEMPORAL
(Toneladas por hectárea)



GRÁFICA 2

RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE FRIJOL EN CONDICIONES DE TEMPORAL
(Toneladas por hectárea)



CUADRO 1
EFICIENCIA DE USO DE AGUA DEL TEMPORAL
(KG HA⁻¹ /MM LLUVIA) EN MAÍZ

Año	Trasplante	Siembra directa
1981	10.11 (133%)	7.60 (100%)
1982 ^a	—	—
1983	2.18 (167%)	1.30 (100%)
1984	6.68 (130%)	5.10 (100%)
1985	7.69 (181%)	4.23 (100%)
1986	5.00 (108%)	4.61 (100%)
1987	9.03 (255%)	3.53 (100%)
1988	2.82 (215%)	1.31 (100%)
1989	4.11 (373%)	1.10 (100%)
1990	3.63 (114%)	3.16 (100%)
1991	4.31 (350%)	1.23 (100%)
1992	3.76 (168%)	2.23 (100%)
1993 ^b	—	—
1994	6.12 (150%)	4.06 (100%)
Promedio	5.45 a (166%)	3.28 a (100%)

^a No realizado por huelga.

^b No hubo acceso a los terrenos.

CUADRO 2
EFICIENCIA DE USO DE AGUA DE TEMPORAL
(KG HA⁻¹ /MM LLUVIA) EN FRIJOL

Año	Trasplante	Siembra directa
1981	2.41 (112%)	2.15 (100%)
1982 ^a	—	—
1983	4.55 (123%)	3.68 (100%)
1984	3.33 (180%)	1.85 (100%)
1985	2.87 (108%)	2.65 (100%)
1986	2.98 (90%)	3.30 (100%)
1987	7.35 (146%)	5.03 (100%)
1988	3.46 (110%)	3.12 (100%)
1989	1.76 (100%)	1.76 (100%)
1990 ^b	—	—
1991	1.88 (163%)	1.15 (100%)
1992	0.79 (151%)	0.52 (100%)
1993 ^c	—	—
1994	0.87 (104%)	0.83 (100%)
Promedio	2.93 a (124%)	2.36 a (100%)

^a Hubo granizada fuerte.

^b Depredación total por roedores.

^c No hubo acceso a los terrenos.

logía planteada debe probarse primero en distritos de riego y en condiciones de buen temporal, posiblemente con dos objetivos además de la producción de grano: la posible mecanización del sistema y el incremento de mano de obra.

REFERENCIAS

- Dirección General de Política Agrícola (1994), *Cultivos básicos*, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, 139 pp.
- Esqueda Esquivel, V.A. (1985), *Resistencia a la sequía xix. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la competencia arvenses-maíz (Zea mays L.) bajo condiciones de temporal*, México, Colegio de Postgraduados.
- Evans, L.T., "The natural history of crop yield", *American Scientist*, núm. 68, pp. 388-397.
- Gutiérrez Marcos, A. (1984), *Resistencia a la sequía ix. Trasplante de maíz bajo condiciones de temporal. Observaciones sobre: fechas de siembra, salinidad y precocidad*, Universidad Nacional Autónoma de México, 142 pp.
- Kaerger, K. (1901), *Agricultura y Colonización en México en 1900*, traducción al inglés de Pedro Lewin y Gudrun Dohrmann, y traducción al castellano por Teresa Rojas R. y Roberto Melville, México, Universidad Autónoma Chapingo, 349 pp.
- Larqué-Saavedra, A. (1981), *El trasplante de maíz y frijol*, México, Colegio de Postgraduados, Chapingo, 71 pp.
- (1989), *El agua en las plantas cultivadas*, México, Colegio de Postgraduados, Montecillo, 117 pp.
- Miranda-Melchor, J. (1983), *Resistencia a la sequía xi. El trasplante de maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de temporal en 1982*, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala, UNAM, 81 pp.
- Peña Haaz, E. (1981), "La práctica del trasplante de maíz en el área de Xochimilco", en Larqué-Saavedra, A. (ed.), *El trasplante de maíz y frijol*, Colegio de Postgraduados, pp. 45-48.
- Solano Camacho, E. (1983), *Resistencia a la Sequía viii. Efecto de cycocel y ethrel en el trasplante de maíz (Zea mays L.) en condiciones de temporal*, Universidad Nacional Autónoma de México, 92 pp.
- Turrent F., A. (1994), "Análisis sobre el aprovechamiento de la tierra de labor en México y posibilidades de autosuficiencia alimentaria", *Ciencia*, núm. 45, pp. 219-230.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la asistencia del biólogo Rubén San Miguel Chávez en la elaboración final de los cuadros estadísticos.

**4. UNA NUEVA AGENDA
PARA LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA**



4. UNA NUEVA AGENDA PARA LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

MEDIO SIGLO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO: AVANCES, RETROCESOS Y NUEVOS RETOS

Leobardo Jiménez Sánchez*

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo presenta, en forma resumida, aspectos relacionados con la evolución —avances, retrocesos y nuevos retos— de la investigación agrícola en México. Actividad institucional con referentes, por una parte, en las profundas raíces tecnológicas de nuestra agricultura autóctona, base cultural de múltiples grupos étnicos y condiciones ecológicas variadas y, por otra, en la extraordinaria dinámica de la investigación científica y tecnológica como fuente creativa de innovaciones cuyo efecto propicia el dinamismo de una agricultura en pleno desarrollo.

La investigación científica y tecnológica agrícola en México se inicia con la fundación de la Escuela Nacional de Agricultura en 1854 y el establecimiento de la Estación Agrícola Experimental en 1906 en San Jacinto, D.F. Desde su creación, ambas se ubicaron en el ámbito administrativo del gobierno federal, en las entidades antecesoras de la actual Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Faya Viesca, 1979).

La actividad de investigación, a partir de un personal científico formado, los métodos y técnicas experimentales de campo y laboratorio, y la infraestructura y equipo disponibles, se estima se había logrado en una primera etapa de consolidación en 1930 (Taboada, 1984). El primer grupo de investigadores agrícolas lo integraron alrededor de 15 personas, en la Dirección General de Agricultura a cargo del ingeniero Waldo Soberón.

Este grupo enfocó sus tareas de investigación a mejorar la capacidad genética y la tecnología de producción de los cultivos de mayor interés económico y social. En los años 1930-1931 el cultivo prioritario para la investigación fue el trigo, no el maíz, pues México estaba bien provisto de él en esa época. En cambio, necesitaba urgentemente aumentar la producción del trigo.

* Colegio de Postgraduados, Montecillo, estado de México.

En esos años México importaba ese cereal, principalmente de Argentina. Sin embargo, por sus características, el trigo importado no satisfacía las necesidades de la industria molinera. El mexicano, en esa época, estaba severamente afectado por diversas enfermedades causadas por especies del hongo *Puccinia*. Para los primeros trabajos de investigación en trigo se ensayaron semillas de otros países como Estados Unidos, Argentina, Italia y Canadá, entre otros.

Estos esfuerzos pioneros y los que a partir de 1943 se lograron con investigadores de la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), especialmente para mejorar la producción de trigo, maíz y frijol, dieron base a que México superara sus problemas en el cultivo del trigo. Para el decenio de los sesenta, los investigadores ya habían obtenido semillas mejoradas. Se disponía de trigos de bajo porte, resistentes a las enfermedades, altamente productivos y de aceptación para la agroindustria molinera. Asimismo se ofrecieron al mundo estas nuevas semillas. Progresivamente, la investigación se amplió hacia otros cultivos, especies ganaderas, frutales y forestales, así como a otros recursos importantes, como suelo, agua, clima, flora y fauna silvestres.

Con menor intensidad se ha atendido la investigación de problemas económico-sociales, como los procesos de organización, adopción de innovaciones, comunicación social, cambios institucionales y otros problemas importantes en el desarrollo agrícola y rural.

ANTECEDENTES DE LA AGRICULTURA Y LA AGRONOMÍA

La agricultura, como actividad relacionada con el cultivo de las plantas y el aprovechamiento del suelo y el clima en la producción de alimentos y otros satisfactores para el hombre, data de unos 10 000 años. Surgió y se desarrolló a partir de que el hombre se organizó en comunidad y se asentó en un territorio. Se iniciaron así los procesos de domesticación, cultivo y reproducción de plantas y animales en diferentes centros de diversidad biológica en el mundo (Harlan, 1992).

Para entender los vínculos entre la agricultura, la investigación científica y tecnológica, y la agronomía como expresión de las ciencias agrícolas, es importante formular las siguientes proposiciones a partir de las acepciones básicas de la agricultura como *oficio*, como *arte*, y como *ciencia*.

Es *un oficio* para quienes realizan las diversas actividades que requiere este proceso como medio para obtener un producto o un ingreso. Es *un arte* para quienes planean y desarrollan el aprovechamiento del suelo y el clima,

aplicando su ingenio y habilidades, con lo cual guían los procesos biológicos de plantas y animales, a base de concepciones empíricas. La agricultura es una *ciencia* para quienes tratan de desentrañar las causas y establecer las leyes que rigen los fenómenos agrícolas —en sus contextos físico-biológico, sociocultural y económico-político. Esta ciencia es inicialmente la *agronomía*, y progresivamente, con el desarrollo de los conceptos y el instrumental de análisis científico, ha dado origen a las ciencias agrícolas, aportando en un espectro amplio y diverso del conocimiento científico y contribuyendo, mediante su aplicación, al desarrollo de la agricultura, la ganadería y áreas afines de la industria y los servicios al sector agrícola.

El mundo científico reconoce que la investigación agronómica se inició en Francia en 1834, con el establecimiento de la primera estación experimental agrícola por Juan Bautista Buossingault. Le siguió en 1843 la estación agrícola experimental de Rothamsted, cerca de Londres, en Inglaterra, hoy considerada la más antigua. En México, la primera estación experimental se estableció en 1906 en San Jacinto, Distrito Federal. Antecedió a ésta, el establecimiento de la Escuela Nacional de Agricultura, en San Jacinto, Distrito Federal en 1854, institución de la cual surgieron los pioneros de la investigación agrícola en México.

La relación entre los avances sustantivos de la investigación agrícola y el efecto esperado en el desarrollo de la agricultura podría dejar la idea simplista de que existe una relación directa lineal entre el avance de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la innovación aplicada a la agricultura. Desafortunadamente no es así, ya que la instrumentación tecnológica, mediante la ingeniería, es un proceso complejo. Estas relaciones han sido ampliamente documentadas (Evenson, 1977). Un ejemplo que ilustra esta situación lo constituye el avance de la investigación en biología molecular en plantas, la ingeniería genética y la obtención de plantas transgénicas específicas, la producción comercial de semillas, y luego la posible utilización de éstas por los agricultores, mediante la ingeniería agronómica, y fomentar el desarrollo de una agricultura sustentable y de protección al ambiente. En la agricultura, estas situaciones para pasar del ámbito de las posibilidades al de la acción real, requieren de una estrecha coordinación de acciones y de metas convergentes entre los participantes de las diferentes fases del proceso. En concreto, de políticas y programas específicos, accesibilidad física y económica a las innovaciones y estímulos para fomentar su aplicación. Éstos son algunos aspectos que debe considerar el proceso de innovación científica y tecnológica en la agricultura.

TIPOS DE AGRICULTURA Y PARADIGMAS DE INVESTIGACIÓN

Los agricultores del México antiguo, ubicados en uno de los centros de mayor biodiversidad, desarrollaron tecnologías y sistemas agrícolas complejos. Sus conocimientos de la vegetación, clima, domesticación y su relación con la astronomía y su influencia en los procesos biológicos fueron aspectos determinantes para elaborar los calendarios agrícolas, sus tecnologías de producción, la conservación de sus cosechas y el manejo de sus suelos, equilibrando los procesos de descanso con los de producción.

Durante la conquista y la colonización del territorio mexicano, los españoles reconocieron el acervo de conocimiento de los antiguos mexicanos. Del jardín botánico de Netzahualcóyotl y sus colecciones completas de plantas de diferentes regiones dieron noticia los historiadores de la conquista. El doctor Francisco Hernández, protomédico de Felipe II enviado a México en 1570, destacó sus hallazgos en dos de sus principales obras, *Antigüedades de la Nueva España* y *La Historia Natural de la Nueva España*. La primera se refiere al hombre y su entorno ecológico y social, y la segunda trata de la colección de plantas y animales que completó durante su expedición.

Durante los periodos de Independencia (1810), Reforma (1847) y Porfiriato (1876 -1910) se gestó y desarrolló una política agrícola que prosiguió con el deslinde de terrenos baldíos y de fomento de la colonización extranjera. En el periodo porfirista las tierras de cultivo propiedad del clero y de las comunidades indígenas, que se especializaban en la producción de bienes para el autoconsumo, al ser sustituidas por la agricultura latifundista comenzaron a orientarse hacia el mercado, fomentándose la agricultura comercial.

Con la Revolución de 1910 y la distribución de la tierra mediante la Reforma Agraria, también se inició un proceso de apertura de vías de comunicación y de obras de fomento agropecuario, como la irrigación. Éstas fueron muy importantes para modificar la estructura agrícola en riego y temporal. Una vez que las nuevas tierras irrigadas se cultivaron, comenzó a surgir y fortalecerse, en esas áreas, un sector de agricultura empresarial. Entonces se acentuó más el perfil de desigualdad tecnológica y económica de la agricultura mexicana: por un lado, la agricultura comercial de los distritos de riego, con productividad elevada y capacidad para la innovación tecnológica. Por otro, la agricultura tradicional y la de subsistencia, en las áreas de temporal, cuya magnitud es de alrededor del 75% de la tierra bajo cultivo, y con severas dificultades para la innovación tecnológica (Solís, 1970).

Con referencia a estos tipos de agricultura, la investigación agrícola se ha desarrollado bajo dos paradigmas. Uno puede denominarse de *producción* para la agricultura comercial. El otro, paradigma de *desarrollo económico-social* para el caso de la agricultura tradicional y la de subsistencia. El primero se ubica en el campo experimental (con el instrumental y los apoyos necesarios) y se enfoca a obtener innovaciones biológicas, químicas y mecánicas —de origen nacional o internacional— que permitan elevar la productividad y competitividad del proceso, generalmente especializado por cultivos. Se parte de la premisa de que el productor dispone de medios propios, o los obtiene de las instituciones públicas o privadas, para incorporar innovaciones tecnológicas y así elevar, con eficiencia económica, la producción. El segundo paradigma de investigación se enfoca a la aportación de innovaciones biológicas, químicas y mecánicas que eleven la eficiencia del sistema de producción complejo, generalmente policultivos alimenticios, frutales, ganadería de traspatio, aprovechamientos forestales, artesanía y otros. La investigación se realiza en la parcela y con los medios de producción de la agricultura tradicional y de subsistencia, con capital mínimo y aprovechamiento máximo de la mano de obra familiar. La investigación, en este tipo de agricultura, con frecuencia, se considera como elemento básico de un proceso estratégico en el cual participan los propios productores, equipos técnicos y el personal de instituciones de apoyo al desarrollo agrícola y rural.

Aunque han sido motivo de discrepancias en la investigación agronómica en México, ambos paradigmas han contribuido a la metodología de investigación y a la innovación agrícola.

INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

Proceso de institucionalización

La investigación agrícola en México ha sido orientada, financiada y promovida principalmente por el sector público por medio de la Secretaría de Agricultura. Un periodo de aportación privada fue de 1943 a 1961, durante el cual la Fundación Rockefeller, mediante convenio con el gobierno federal, realizó investigación agrícola. Fuera de este periodo, la participación del sector privado en esta actividad ha sido limitada. Actualmente se busca incrementar la colaboración de organismos privados e incluso de los productores por medio de patronatos o de sus propias organizaciones.

El proceso de investigación científica en agronomía se inició en México alrededor de 1930. De acuerdo con Edmundo Taboada (1984), agrónomo,

investigador pionero, en ese año se contaba con un grupo de unos 15 investigadores agrícolas en el país.

El primer apoyo de recursos financieros significativos en esa época fueron unos 1 000 pesos proporcionados por el gobierno federal. Se asignaron para investigar los graves problemas causados por *Puccinia graminis* en el tallo del trigo que también afectaba severamente al trigo en Canadá y en Estados Unidos. Esta enfermedad mermaba seriamente la cosecha mexicana y obligaba a realizar fuertes importaciones del cereal —principalmente de Argentina— que no satisfacía, por sus características, a la industria molinera. Hubo que generar nuevas semillas mejoradas más productivas y de aceptación por parte de la industria.

En 1940 se estableció formalmente la Oficina de Campos Experimentales; en 1941 para atender la investigación en ganadería, se fundó el Instituto Pecuario. En 1943 se abrió la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura. Se creó el Instituto de Investigaciones Agrícolas en 1947, que realizó sus tareas con severas limitaciones económicas, en contraste con la Oficina de Estudios Especiales, que contaba con amplios recursos humanos, técnicos, económicos y de infraestructura para sus actividades de investigación. En 1952 se creó el Instituto de Investigaciones Forestales (tuvo su antecedente efímero en el Instituto Forestal Autónomo durante el periodo de gobierno del general Lázaro Cárdenas en 1932). En 1961 se integraron el Instituto de Investigaciones Agrícolas y la Oficina de Estudios Especiales de la SAG, para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). En este periodo hubo tres institutos nacionales: el de Investigaciones Agrícolas, el de Investigaciones Pecuarias y el de Investigaciones Forestales. Cada uno con responsabilidades específicas en escala nacional. En 1984 se constituyó el Consejo de Investigación Agrícola, Pecuaria y Forestal para coordinar a los tres institutos. Este organismo encontró cierta duplicación en algunos aspectos operativos y la necesidad de complementariedad de actividades en otras tareas de investigación. En 1985 se dispuso y llevó adelante su fusión para integrar el actual Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

La investigación agrícola en México, sus innovaciones científicas y tecnológicas y su impacto en la producción habían tenido repercusiones en América Latina y otros ámbitos del mundo. En este proceso, la Fundación Rockefeller, en el contexto institucional internacional promovió, con el gobierno de México inicialmente, el establecimiento del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en 1966.

El origen del CIMMYT se remonta a un programa especial de investigación, establecido en 1943 por el gobierno de México y la Fundación Rockefeller, que permitió que México se volviera casi autosuficiente en el maíz y trigo para mediados de la década de los años cincuenta. En 1966 y 1967, el CIMMYT y México pudieron responder prontamente a las condiciones de hambruna que imperaban en la India y Pakistán, gracias a que ya contaban con variedades mejoradas de trigo mexicano cuya semilla se entregó a los productores de estos países y que, en combinación con las prácticas de cultivo adecuadas, elevó enormemente los rendimientos. En consecuencia, se produjo un crecimiento acelerado de la producción que dio origen a la frase "Revolución Verde" ... (CIMMYT, 1992).

Otras instituciones relevantes en el avance de la investigación agrícola son las siguientes: en 1959 se estableció el Colegio de Postgraduados para la formación de investigadores, profesores y especialistas del más alto nivel técnico y científico con una orientación humanística en su relación con el sector agrícola. Siguió los posgrados en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, la actual Universidad Autónoma de Chapingo, la Universidad Autónoma "Antonio Narro" en Saltillo, Coahuila. En la UNAM se establecieron el Instituto de Biotecnología, el Centro de Fijación de Nitrógeno, el Centro de Ingeniería Genética, el Programa de Enseñanza e Investigación en Bioquímica Vegetal en la Facultad de Química y el Programa Universitario de Alimentos. Por su parte, en el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados (Cinvestav) se estableció la Unidad Irapuato, que trabaja en semillas, biología molecular e ingeniería genética. Los centros promovidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), entre éstos el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES), hoy Colegio de la Frontera Sur, y el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Los centros de posgrado e investigación de la Secretaría de Educación Pública en diversos estados de la República. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); el Inmecafé; Azúcar, S.A., y Conafrut (estos tres últimos ya desaparecidos). Por su relación también pueden considerarse las escuelas y facultades de medicina veterinaria, así como las de ciencias forestales. La mayoría de estas instituciones de investigación se establecieron en los últimos 25 años, contribuyen a la investigación agrícola y constituyen fuentes de innovación científica y tecnológica a mediano plazo.

APORTACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

Las innovaciones derivadas de la investigación agrícola en México son numerosas e importantes, especialmente de 1943 a la fecha. En este propósito la genotecnia tiene importancia fundamental en la obtención de plantas y semillas mejoradas. Sin contar las innovaciones de otras instituciones, se estima que solamente el INIFAP y sus entidades antecesoras, a partir de 1943 y hasta la fecha, ha formado y liberado alrededor de 750 variedades y semillas mejoradas e híbridos: trigo, 171; maíz, 132; frijol, 87; sorgo, 48; soya, 34; ajonjolí, 34; arroz, 33; papa, 22; cebada, 20; cártamos, 15; avena, 13; algodón, 12; otras plantas, frutales y hortalizas, 129. La investigación en fitomejoramiento se apoyan en 42 000 colectas de 104 especies importantes para la agricultura nacional. Estos materiales se depositan, conservan y mantienen su viabilidad en bancos de germoplasma a cargo del Programa de Recursos Genéticos. Otro tipo de innovaciones tecnológicas lo constituyen sistemas integrados contra plagas y enfermedades; manejo de suelo y agua; tecnologías para la reducción del uso de agroquímicos y orientar la producción hacia el uso de insumos orgánicos y tecnologías para la conservación de granos y subproductos de cosechas.

El efecto de estas innovaciones puede observarse en los siguientes casos: en maíz bajo riego con semillas mejoradas se tienen rendimientos potenciales de 12 ton/ha. Sus principales ventajas son la tolerancia al acame y la resistencia a enfermedades. En maíz bajo temporal, cuando son acompañadas del paquete tecnológico adecuado, tienen potencial para incrementar la producción de 1.9 a 2.5 ton/ha en una superficie de 6 millones de hectáreas. En tierras de temporal de buen potencial (2 millones de hectáreas el incremento puede ser de 4 a 6 ton/ha. En el caso del trigo hay 42 variedades resistente a la roya y aceptables a la industria molinera. Bajo riego es posible producir 7 ton/ha, disminuyendo 30% los costos de producción. Para temporal hay cinco variedades con potencial de producción de 5 ton/ha con sus respectivas tecnologías de producción. En frijol hay 33 variedades que pueden aumentar los rendimientos 2 ton/ha en riego y una tonelada en temporal, o sea, entre 40 y 30 por ciento más, respectivamente, que los actuales.

En la investigación pecuaria se han generado o adaptado tecnologías y biológicos para el diagnóstico de alrededor de 100 enfermedades de especies animales importantes y prevenir 40. Así también, desde el punto de vista químico y nutricional se han caracterizado más de 80 productos y subproductos nacionales susceptibles de incorporarse a la dieta de diversas especies animales, destacando aves y cerdos. En el trópico, a partir de 35 variedades forrajeras se ha integrado tecnología para sistemas de pastoreo

de ganadería intensiva, aplicable en más de 15 millones de hectáreas de praderas tropicales. Se ha generado información agronómica y zootécnica para el uso rentable de praderas de riego para la producción de carne y de leche. También se dispone de tecnología para el uso intensivo de matorrales de los desiertos de Chihuahua y Sonora.

En investigación forestal destacan el manejo de poblaciones nativas para la selección de germoplasma disponible para establecer plantaciones forestales de pino-encino. Cabe destacar que el pino es el género económicamente más importante en el aprovechamiento maderable y por su riqueza genética México es el país con la mayor biodiversidad del mundo. Entre las aportaciones importantes se encuentra la tecnología para el aprovechamiento de bosques naturales y el establecimiento de plantaciones forestales.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las líneas de investigación que se desarrollan en diversas instituciones pueden dividirse en tres grupos: 1] Investigación agrícola aplicada (INIFAP); 2] investigación —básica y aplicada— con fines educativos (instituciones educativas de posgrado, CP, UAAA Narro, U. Chapingo); 3] Investigación básica con fines de conocimiento de avanzada y propósitos educativos (institutos de la UNAM, UAM, SEP-Conacyt, Cinvestav).

En el primer caso (INIFAP) se atienden las líneas de investigación de sistemas de producción, mejoramiento genético de plantas, protección vegetal, manejo y conservación de recursos naturales, microbiología, parasitología, epidemiología, nutrición, forrajes, pastizales, reproducción genética, socioeconomía, estudios silvícolas, cultivos y aprovechamientos forestales y transformación de productos forestales.

En el segundo caso (CP, UAAA Narro, U. Chapingo) se identifican líneas disciplinarias en genética, botánica, fisiología, microbiología, edafología, estadística, entomología, fitopatología, hidrociencias, economía y otras, así como líneas interdisciplinarias como desarrollo rural, productividad de recursos naturales, producción y productividad de ecosistemas, fruticultura, poscosecha, ecosistemas tropicales, estrategias de desarrollo agrícola regional y otras.

En el tercer caso, se desarrollan líneas de investigación con incidencia en las ciencias agrícolas, con orientación prioritaria al conocimiento biológico y bioquímico básico: genética molecular, fisiología y bioquímica, ingeniería genética y otras. Los investigadores en esta etapa están dedicando gran esfuerzo a la comprensión de los fenómenos biológicos básicos y a

la formación de investigadores a nivel maestría y doctorado que en estos campos se tienen en número reducido. Sus posibles repercusiones, ya observables en países avanzados, deben alentar para consolidar estos esfuerzos.

INFRAESTRUCTURA

En términos cuantitativos, puede considerarse que la infraestructura para la investigación agrícola es amplia, aunque no suficiente. Esto, si se considera que prácticamente no se ha rehabilitado o dado mantenimiento ni reemplazo en los últimos 15 años. En el caso del INIFAP la infraestructura esta constituida por 81 campos experimentales y cinco centros nacionales de investigación disciplinaria (CENID). Las carencias han afectado bibliotecas, centros de documentación, equipo de laboratorio, maquinaria, vehículos y otros, todo, lo cual afecta la capacidad de los recursos humanos y su competitividad.

FINANCIAMIENTO

En este aspecto, la investigación agrícola ha estado severamente castigada. Arnon (1978) y Scobie (1982) recomiendan que en países en desarrollo deberían asignarse para investigación agropecuaria el equivalente a 2% de su producto agrícola bruto. Además este presupuesto se debe sostener durante 15 años con una tasa anual de incremento de 7 a 10 por ciento. Tomando solamente el caso del INIFAP, en la historia de la investigación agrícola en México, incluyendo el periodo de bonanza petrolera, esta actividad nunca ha recibido asignaciones de tal magnitud. González Estrada (1986) señala que el apoyo a la investigación agropecuaria y forestal "ha sido varias veces inferior a lo recomendado: Ésta fue de 0.08% en 1965; de 0.18% en 1970; de 0.44% en 1975; de 0.75% en 1980 y de 0.51% en 1984. Esta tendencia se ha mantenido hasta 1990". Al contrario de lo que se puede esperar, el presupuesto del INIFAP se ha reducido considerablemente. Así por ejemplo, el de 1989 representó sólo 56% del ejercicio de 1985. Ante esta situación de presupuestos reducidos que a la fecha persiste, el INIFAP ha buscado alternativas adicionales a los presupuestos del gobierno. Ha organizado patronatos estatales y recientemente logró el establecimiento de la Fundación Nacional de Investigación.

AVANCES, RETROCESOS Y NUEVOS RETOS

Institucionales

En los últimos años se identifica una dinámica en el desarrollo de las instituciones de investigación agropecuaria y forestal directamente vinculado al sector agrícola. También se han establecido otras instituciones de investigación de relevancia para el sector agrícola, como los centros e institutos de la UNAM, UAM, Conacyt y SEP. En el mismo periodo han desaparecido instituciones importantes como el Instituto Mexicano del Café, el Instituto de Investigaciones para el Mejoramiento de la Caña de Azúcar, la Comisión Nacional de Fruticultura, cuyos trabajos incluían cultivos y productos importantes. Urge una mayor colaboración interinstitucional en la investigación agrícola.

Recursos humanos

Puede afirmarse que de 1930 a la fecha se ha incrementado el número de investigadores agrícolas. El primer grupo con 15 miembros, todos con licenciatura, se integró en 1930. En 1940 se estima que el número se había duplicado, aunque sólo con nivel licenciatura. A partir de 1961, año en que se creó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) el número de investigadores en esta institución, con maestría y doctorado, fue de 134. En 1976, incluyendo a los investigadores del INIA y del Instituto de Investigaciones Pecuarias con maestría y doctorado, fue de 199 personas. En 1984 los tres institutos INIA, INIP e Instituto de Investigaciones Forestales (INIF) los investigadores con maestría y doctorado eran 426 y en 1994 el INIFAP tenía 930 investigadores de ambos posgrados. Se estima que 80% tiene maestría y sólo 20% doctorado. Esto se explica por el considerable número de doctores que han salido de la institución. Si bien el número ha ido en aumento, su nivel de calidad requiere mejorarse. Si se considera el número de investigadores de otras instituciones relacionadas con la investigación agrícola, además del INIFAP, se estima que el número de investigadores de las instituciones señaladas, en conjunto, integran alrededor de 700 a 900 investigadores. Esto haría un total de alrededor de 1 500 a 1 800 investigadores con maestría y doctorado en el ámbito de la investigación relacionada con las ciencias agrícolas. Además, debe observarse que alrededor de 800 investigadores están en programas de maestría y doctorado en instituciones de México y el extranjero.

REFLEXIONES FINALES

1] La evidencia manifiesta que en los últimos 50 años se han incrementado los recursos humanos dedicados a la investigación agrícola, ganadería y los bosques y selvas. Cierto, son más, en áreas más diversas, pero considerando la biodiversidad, los requerimientos de alimentos, la sostenibilidad de los recursos, las demandas de empleo en el campo, puede afirmarse que los recursos humanos actuales son insuficientes. La pérdida de investigadores con grado doctoral por falta de recursos para la investigación y los bajos salarios hace indispensable mejorar estas condiciones y acelerar la formación de recursos humanos del más alto nivel para la investigación científica y tecnológica en el sector agrícola. Además, la investigación debe atender los aspectos socioeconómicos y de utilización de la innovación tecnológica.

2] El número de instituciones de investigación relacionadas con el sector agrícola también se ha incrementado, pero es clara su falta de relación, vinculación y coordinación. Es necesario que organismos como el Conacyt coadyuven, con proyectos conjuntos, a un mayor acercamiento entre los científicos que trabajan en proyectos de investigación básica y en la formación de recursos humanos, y aquellos que realizan investigación aplicada y están vinculados con los productores y las instituciones de apoyo al desarrollo agrícola y rural en diversas regiones del país.

3] La persistencia de disciplinas científicas en mucho contribuyen a una investigación disciplinaria. Es necesario el mayor esfuerzo para comprender los fenómenos del desarrollo de la agricultura de carácter complejo e integrador. Esto contribuirá a lograr investigaciones de carácter multi e interdisciplinario que permiten enfoques cada vez más globales que respondan a la complejidad de los fenómenos forestales y agropecuarios en su contexto socioeconómico y político. Esta orientación permitirá ubicar mejor el papel de la innovación tecnológica y los requerimientos para su aplicación.

4] Esencial es la tarea de la investigación agrícola, pero insuficiente para lograr su eficaz aplicación que genere un beneficio económico y social, en especial en la agricultura tradicional y de subsistencia en condiciones de temporal. Es necesario financiar la investigación, pero también los mecanismos de extensión, enseñanza y capacitación de productores y técnicos. Esto propiciará un mayor acercamiento con la población rural, sus problemas, retos y oportunidades.

5] Es necesario que se reconozca la autoría intelectual a quienes generan las innovaciones y fomentar su publicación en los ámbitos nacional e internacional, así como fomentar la participación más intensa de los

investigadores en la formación de recursos humanos al más alto nivel científico y tecnológico.

REFERENCIAS

- Arnon, Isaac (1978), *Organización y administración de la investigación agrícola*, San José de Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- CIMMYT (1992), *Datos acerca del CIMMYT*, México.
- Evenson, Robert E. y Yoar Kislev (1975), *Agricultural Research and Productivity*, New Haven, Conn., Yale University Press.
- Faya Viesca, Jacinto (1979), *Administración Pública Federal*, México, Editorial Porrúa.
- González E., Adrián (1986), *El apoyo financiero del Estado a la investigación agropecuaria y forestal en México*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.
- Harlan Jack, R. (1992), *Crops and Man*, 2a. ed., Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science of America, Inc.
- INIFAP, Entrevistas personales y documentos internos.
- Moncada de la Fuente, J. (1991), "Evolución y perspectiva de la investigación en México", en *La investigación agrícola en México en la década de los ochentas*, México, UACH, Chapingo.
- Ruttan, Vernon W. (1982), *Agricultural Research Policy*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Scobie, Grant M. (1984), *Investment in Agricultural Research: Some economic principles*, México, papeles de trabajo para el CIMMYT.
- Solís, Leopoldo (1970), *La realidad económica mexicana: retrovisión y perspectivas*, México, Siglo XXI Editores.
- Taboada R., Edmundo (1984), Entrevista personal por Leobardo Jiménez Sánchez, en Colegio de Postgraduados, *Las ciencias agrícolas y sus protagonistas*, vol. I, Chapingo, México.
- UNAM, Instituto de Biotecnología (1993), *Informe 1993*, México, UNAM, Cuernavaca, Morelos.

PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Tomás Zambrano*

Si se considera que el conocimiento y la adopción de tecnologías agropecuarias que mejoren la producción y la productividad del sector rural es la base de un desarrollo socioeconómico efectivo, los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), por medio del programa demostrativo, tienen como objetivos:

- Probar y demostrar comercialmente tecnologías generadas por instituciones de enseñanza e investigación ya sean locales, o de otras latitudes, incluyendo el extranjero, o bien desarrolladas por productores de avanzada, que permitan mejorar la productividad y competitividad de las diversas líneas alternativas, más seguras o productivas que las tradicionales.
- Transferir comercialmente la tecnología recomendable mediante la capacitación a los productores, técnicos y demás participantes y apoyar simultáneamente su divulgación por medios de comunicación que permitan su rápida difusión.

POLÍTICAS

Como políticas institucionales básicas del programa se establecen las siguientes:

- El programa se opera en su mayor parte, desde una posición de segundo piso, con estrategias que garanticen una rápida adopción de las tecnologías.
- Los productores, despachos de asesores y agentes tecnológicos, desempeñan un papel importante en el desarrollo del programa, por lo cual se promueve su activa participación.
- Se destaca la calidad de los proyectos, su ejecución y resultados, no la cantidad de los mismos.

* Banco de México, FIRA.

- Fortalecer las demostraciones en las unidades respectivas y la divulgación de los resultados de éxito.
- Las líneas de producción que participan en el programa deben significarse por su importancia en la zona, a no ser que se esté explorando la viabilidad de una nueva línea de producción, considerando en este análisis el enfoque del sistema producto correspondiente.
- Los componentes tecnológicos que se incorporan en las unidades demostrativas deben tener, en principio, sustento técnico, para incrementar las posibilidades de éxito.
- Se busca el concurso de los diversos instrumentos que manejan los FIRA, a fin de asegurar el logro de los objetivos planteados.

A continuación se describen los principales lineamientos que se toman en cuenta para el establecimiento de unidades demostrativas:

- i] Que la línea o líneas de producción sean de interés para los FIRA y el productor cooperante.
- ii] Que estén claramente identificados los componentes tecnológicos que se incorporarán, así como los resultados esperados.
- iii] Señalar el plazo para lograr los resultados definitivos.
- iv] Definir a la persona física que se responsabilizará del seguimiento de campo y de proveer información técnica, financiera y administrativa que implícita o explícitamente exige el programa.

INSTRUMENTOS DE APOYO DEL PROGRAMA DEMOSTRATIVO

Para romper con los temores de los productores ante la adopción de tecnología, y lograr que se consolide más rápidamente por medio del programa demostrativo, se cuenta con un conjunto de herramientas o estímulos para facilitar la incorporación de componentes tecnológicos específicos, así como para facilitar la difusión y participación de otras entidades: mismos que a continuación se mencionan:

- Garantía tecnológica. En el caso de proyectos de validación tecnológica, con suficientes elementos sobre la bondad de la tecnología propuesta, pero con cierta resistencia del productor para incorporarla, se podrán otorgar dos variantes en materia de garantía de recuperación:
 - Garantía hasta 100% del costo del proyecto en casos debidamente justificados por su efecto regional,
 - Garantía de compensación de utilidades, para asegurar al productor al menos las utilidades percibidas en la línea y tecnología en uso, durante los últimos tres ciclos.

- Rembolsos de costos de asistencia técnica por validación y/o demostración, mediante el pago de honorarios a personal externo que participa en la programación y propuestas de unidades demostrativas, supervisión de campo, asesoría complementaria, informes y evaluación de resultados. El reembolso puede ser hasta de 100% del costo del personal técnico responsable del programa de demostración. Preferentemente se busca que los agentes tecnológicos o las organizaciones de productores compartan los costos.

- Elaboración de diagnósticos. Los FIRA podrán rembolsar a los agentes tecnológicos o a los despachos de asesoría, con base en un programa previamente negociado, los costos de elaboración de los diagnósticos que permitan identificar la tecnología actual utilizada y sus resultados asociados a las oportunidades de cambios, con sus expectativas de logros, conforme al criterio de rendimientos máximos económicos.

Se pueden imprimir trípticos, realizando las tecnologías probadas con éxito en líneas de producción específicas, que sirvan como medios de información y comunicación con productores, asesores, técnicos de la banca, etcétera.

- Divulgación de publicaciones. Además de los esfuerzos de los FIRA en materia de difusión de tecnologías, mediante la división de divulgación y publicaciones, adicionalmente se pueden canalizar recursos del programa demostrativo para contratar servicios profesionales de mercadotecnia, para coadyuvar a una más rápida adopción de las tecnologías que se determinen como estratégicas en los análisis sistema-producto.

- Actividades demostrativas. Las reuniones de demostración son un complemento estratégico para dar a conocer los cambios tecnológicos de avanzada que se están incorporando en las unidades demostrativas, y que los asistentes podrán comprobar en el campo. Estas actividades se delegan en la medida de lo posible a agentes tecnológicos entre los cuales se incluye a los propios productores, sus organizaciones, asesores y proveedores de insumos y servicios.

Asimismo, la institución cuenta con los siguientes programas específicos para apoyar la transferencia de tecnología:

Programa de productividad y tecnología: su propósito es estimular la creación de agentes tecnológicos que, con criterio empresarial, agilicen el proceso de mejoramiento de la productividad.

Sistema de servicios de asistencia técnica integral: sus objetivos son los siguientes:

- Demostrar a los participantes en el programa, que la asistencia técnica integral es autosuficiente y rentable a corto plazo y que se puede costear con las utilidades que genera la propia empresa.

- Enfocar la asistencia técnica integral a los aspectos organizativos,

administrativos, tecnológico, productivos, de comercialización y gestión de las empresas, para promover la integración horizontal y vertical de las mismas, así como su diversificación productiva.

- Fomentar la integración de productores en desarrollo hacia niveles superiores de organización.
- Profesionalizar el servicio de asistencia técnica brindándole apoyo a grupos de asesores organizados como personas morales reconocidas por la legislación vigente, lo que les dará mayor poder de negociación y capacidad de autogestión ante la banca y los productores.

Sistema de información lechera de los FIRA: sus metas son las tres siguientes:

1] Contribuir al desarrollo de la ganadería lechera del país, a partir del incremento de la producción y productividad de las empresas, de mejorar el manejo integral del ganado, utilizando como herramienta la administración computarizada de hatos.

2] Incrementar el abasto nacional de leche y derivados con el propósito de reducir las importaciones.

3] Apoyar a los productores para que aumenten sus ingresos con base en la reducción de sus costos de operación, lo cual es posible con el uso de la computadora para controlar de manera eficiente y sistemática los eventos de sanidad, reproducción y producción de su ganado.

POSIBILIDADES DE UNA POLÍTICA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA AGRICULTURA

Carlos Morales Topete*
Mauro Gómez A.*

ANTECEDENTES

Para analizar mejor los diferentes aspectos del concepto innovación y su liga con los conceptos tecnología y agricultura, es necesario revisar algunos antecedentes:

Antecedentes conceptuales

En principio el concepto innovación significa en nuestro lenguaje la introducción de cambios en una realidad; para esto se debe tener claro que un cambio se origina cuando existe un proceso de investigación que genera un conocimiento diferente sobre esta realidad y éste, al ser validado en una realidad más amplia, merece, cuando ya estamos seguros de que este cambio resulta positivo, que lo difundamos entre la población para lograr que se use y así la población se beneficie.

Esto nos indicaría que el principio de un cambio puede ser un proceso de investigación-validación-asistencia técnica-uso. Sin embargo, es necesario tener claro que el conocimiento generado por la acción de investigación es la base, pero no basta para introducir un cambio en la realidad; además de esto es necesario el capital, los insumos, la organización tanto de empresa como de la sociedad en general, la infraestructura (camino, presas, industrias, bodegas, almacenes, etc.), el mercado para que el producto o bien que estamos integrando a la realidad llegue a los usuarios finales, y que la relación beneficio/costo del cambio tecnológico sea favorable para los que producen, así como también que el cambio para los que consumen el bien signifique un beneficio, ya sea en calidad o en costo.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta cuando se pretende introducir un cambio en una realidad es cómo se medirán sus efectos económicos,

* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

sociales y ecológicos. Por falta de evaluaciones en este sentido se han hecho innovaciones tecnológicas que tras una evaluación económica solamente tuvieron resultados negativos en los aspectos social o ecológico.

Por último, un punto que se debe tener muy claro en materia de innovación tecnológica es la obsolescencia, aspecto que indica que lo que hoy es innovación, mañana será una tecnología caduca o inadecuada; la obsolescencia es un fenómeno cada vez más rápido ya que la capacidad de la humanidad para generar nuevos conocimientos, difundirlos y promover su uso está aumentando.

Antecedentes históricos

La innovación tecnológica en la agricultura está ligada al desarrollo de la estructura de la investigación agrícola. Después del gran impacto de los cambios que trajo la conquista (entre ellos los tecnológicos) la primera acción del México independiente en este aspecto fue crear la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria en San Jacinto en 1854 (la primera estación experimental data de 1906).

Después, en 1932 se funda el Instituto Mexicano de Investigaciones Forestales, Caza y Pesca, que nunca operó.

En el decenio de los cuarenta se crearon varias instituciones ligadas a la investigación agrícola, en 1940 la Oficina de Campos Experimentales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en 1941 el Instituto Pecuario de la misma SAG; en 1944, la Oficina de Estudios Especiales, por un convenio entre la SAG y la Fundación Rockefeller, y en 1947 la Oficina de Campos Experimentales se transforma en el Instituto de Investigaciones Agrícolas.

En el decenio siguiente se emprenden dos acciones ligadas a la investigación: en 1952 se crea el Instituto de Investigaciones Forestales y ya en 1959 el Colegio de Postgraduados (CP) de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA).

La de los sesenta fue una época de impulso a la investigación. En 1960 la Oficina de Estudios Especiales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas se unen para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA); en 1962 el Instituto de Investigaciones Forestales se transforma en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) y además se constituye el Plan Chapingo que integra al INIA, a la Dirección General de Extensión Agrícola, a la ENA y al CP, a fin de coordinar las tareas de extensión, enseñanza e investigación; en 1963 el Instituto de Investigaciones Pecuarías se transforma en el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarías (INIP); en 1966, con la participación del gobierno mexicano y las fundaciones Ford y

Rockefeller se crea el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Es hasta 1985 cuando se produce otro gran cambio, al integrarse el INIA, el INIF y el INIP para conformar el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

La actividad de investigación en muchas de las escuelas superiores de agricultura de universidades privadas y estatales se ha fortalecido en este tiempo y en algunas de ellas incluso se han creado centros especiales como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN, el Centro para la Innovación Tecnológica (CIT) de la UNAM, los centros regionales del CP, y la ENA, y aunque no en todas las universidades se crean centros, se está dando un fuerte impulso a la investigación. Es el mismo caso del sistema de educación tecnológica agropecuaria de la SEP.

Antecedentes legales

En México el marco legal que rige en general las políticas de innovación tecnológica para la agricultura son:

- La Constitución General de la República, que en su artículo 27 norma la relación con la propiedad rural, los propietarios y el Estado.
- La Ley Federal de la Reforma Agraria que reglamenta el artículo 27 constitucional.
- La Ley de Planeación, que establece la elaboración de un plan de desarrollo cada sexenio, así como los métodos, participantes y forma de definirlo.
- La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal que define cuáles son las funciones que competen a cada una de las secretarías de Estado y cuál es la responsable de la Política de Innovación Tecnológica Agrícola (PINTA).
- La Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico que norma la creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Sinacyt).

Antecedentes de política

En el aspecto de las políticas que ya están definidas en el país y que definen o tienen que ver con la PINTA son las siguientes:

- El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, que define las políticas generales del país en todos los aspectos. Ya se dio a conocer el nuevo Plan Nacional de Desarrollo que definirá las políticas para los años 1995-2000 y que influirán en el proceso de definir la PINTA.

- El Programa Nacional de Modernización del Campo 1990-1994, que define las políticas para lograr el desarrollo rural y entre las cuales se incluyen las políticas de investigación, extensión y asistencia técnica y capacitación que influyen a la PINTA, y está por definirse el programa correspondiente a 1995-2000.

- El Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica, que define las políticas generales relacionadas con la ciencia y la tecnología, marcando los aspectos de ciencia, tecnología y enseñanza para todas las actividades y que influyen en la definición de la PINTA. Está por definirse el correspondiente al presente sexenio.

- Los lineamientos de política y el soporte al programa de investigación del INIFAP, que norman la operación de esta institución y su relación con las políticas anteriores.

Un aspecto que resulta obvio es que en este momento no existe una PINTA ya que la cantidad de acciones realizadas por las diversas instituciones no están normadas por una política que defina la forma de trabajar, los métodos, la integración de recursos, la relación de las acciones de investigación de todas las instituciones alrededor de los programas nacionales de modernización del campo y de ciencia y modernización tecnológica y su efecto en el Plan Nacional de Desarrollo.

CAMBIOS EN EL PAÍS

En el pasado inmediato nuestro país ha experimentado grandes y profundos cambios que influirán en la definición de una PINTA. Se trata de los siguientes:

Legales

En este aspecto los cambios que influirán son:

En la Constitución General de la República y en la Ley Federal de la Reforma Agraria, que han fortalecido la confianza de los propietarios en la posesión de su terreno, legalizado aspectos de mercado de la tierra, igualando las capacidades de todos los tipos de propietarios para acumular tierra, definido la participación de capital privado en sociedad con los propietarios y fortaleciendo los límites máximos de tierra que un propietario puede poseer así como establecer los mecanismos para que un propietario cambie de un tipo a otro; en general se considera que otorga una mayor libertad a los propietarios rurales y más certeza a su propiedad.

La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal que introduce el aspecto de desarrollo rural, define la secretaría que se hará cargo de esta función y establece entre las funciones de ésta las de investigación tecnológica, extensionismo, capacitación y enseñanza ligada a la PINTA.

Económicos

El país se ha visto envuelto en una serie de cambios económicos que influirán o deben tomarse en cuenta en la PINTA que se defina:

- Globalización. En este aspecto México está cambiando de un modelo de economía cerrada y de sustitución de importaciones a un modelo de economía abierta y de competencia internacional, lo que ha llevado al país a integrarse a la organización mundial para el comercio y abrir su economía, su mercado, su cultura y en general toda la vida del país a una mayor influencia de otros países, así como a influir más en ellos.

- Tratado de Libre Comercio (TLC): como producto de lo anterior y a fin de normar el proceso de apertura el país ha firmado el Tratado de Libre Comercio con Canadá y Estados Unidos y se está negociando establecerlos con Chile, Venezuela y Colombia, Centro América y la Unión Europea.

Esta apertura ha llevado a que se defina una política económica que permita al país integrarse con más facilidad a los procesos económicos internacionales, aunque por ello mismo, al quedar inmerso en ellos, se vio afectado a fines del año pasado por una fuga masiva de capitales que generó un ajuste económico a fin de poder responder a la emergencia.

Como parte de este problema se han encarecido los capitales, y para controlar la inflación se ha reducido el circulante, hecho que impactará éste y el otro año. Así, se resentirá una escasez muy fuerte de capitales que definirán qué productos podrán producirse y con qué tecnologías.

En el caso de la operación de las acciones de investigación es necesario considerar que el gobierno federal y los gobiernos estatales también se verán envueltos en esta escasez de capital, por lo cual se tendrán restricciones presupuestarias que es necesario tomar en cuenta para definir las PINTA, sobre todo en la búsqueda de recursos para lograr que las instituciones de investigación tengan mecanismos alternos o complementarios para financiar su operación.

Políticos

Como parte de este proceso de apertura del país hay algunos cambios políticos que también muestran su influencia:

- Una mayor democratización, que está haciendo que en general las instituciones entre sí y a su interior tengan una mayor capacidad para influir en las políticas que las afectan, así como para promover que su personal participe más activamente en el qué y cómo operar las mismas, con lo que se influye en los procesos de investigación, enseñanza, capacitación y extensión.
- Una federalización que está promoviendo un menor poder del gobierno federal y una mayor participación de los gobiernos estatales y municipales; esto se espera que influya fuertemente en la definición de la PINTA ya que permitirá tomar en cuenta las condiciones locales de los productores y por lo tanto adaptar mejor las políticas, programas, proyectos, acciones y tecnologías a las realidades concretas de los productores de este país con tan gran diversidad de agrosistemas.
- Una reducción de la participación del Estado, la cual se ha reflejado en la transformación profunda de varias paraestatales que realizaban tareas de investigación, por lo que éstas estaban dispersas. Se ha reducido mucho el sistema de extensionismo que ha debilitado la promoción de las tecnologías y se ha impulsado la privatización de la agronomía como elemento de asistencia técnica privada a los productores.

Cambios institucionales

En este pasado reciente se han realizado cambios institucionales que es necesario tomar en cuenta en el proceso de definición de las PINTA, como son:

- Desaparición de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). Como ésta presidía el comité directivo del Sinacyt se transfirió a la SEP, lo que ha debilitado la operación del Sinacyt y la creación de otros subsistemas dentro de éste.
- Desaparición de paraestatales; en específico la liquidación de Tabamex, Inmecafé, Azúcar, S.A., Conadeca, que tenían que ver con el tabaco, café, azúcar y cacao respectivamente, dejaron desvinculadas las acciones de investigación que estaban realizando. Es necesario revisar cómo fortalecer estas acciones e integrarlas a todo el proceso de investigación.
- Educación agrícola superior. En este campo el hecho más importante es que se ha reducido la matrícula, por los profundos cambios en el sector, lo que ha conducido a que se cierren algunos centros educativos. Pero en general, al no poderse reducir los planteles oficiales tan fácilmente muchos de ellos han fortalecido su participación en investigación, lo que abre un campo muy amplio para crecer en todas las universidades en esta actividad, pero especialmente en el sistema de educación tecnológica agropecuaria.

- Creación de nuevos centros de investigación; por el aspecto anterior y por la participación de ciertas áreas de tecnologías nuevas (biotecnología) se han fundado nuevos centros de investigación; esto está generando la necesidad de buscar una mayor coordinación entre todos los enfocados a los aspectos tecnológicos para la agricultura.

- Participación de la empresa privada; por la desaparición de algunas paraestatales y el fortalecimiento general de algunas empresas que participan en el sector agropecuario, éstas han empezado a desarrollar actividades de investigación tecnológica o a buscar la forma de apoyar centros que la realicen; esto puede significar una fuente importante de financiamiento para la actividad investigadora en el país, aspecto que se debería considerar en las PINTA.

POSIBILIDADES

Las posibilidades de que en el momento actual se defina una PINTA que norme el quehacer de todas las instituciones, empresas y organizaciones que tienen que ver con el proceso de innovación tecnológica son:

- Legales: en general las bases legales ya mencionadas en los antecedentes y los cambios descritos conducen, en nuestra opinión, a que en este momento sea más fácil la definición de una PINTA que realmente integre y norme a todas las instituciones y empresas y organismos relacionados con la investigación forestal y agropecuaria (IFAP).

- Políticas: el proceso de democratización, la menor participación del Estado, la federalización y la desaparición de algunas paraestatales, están creando las condiciones políticas para que los centros que desarrollan investigación busquen por su propia iniciativa la forma de utilizar con mayor eficiencia sus recursos, así como de complementar sus actividades con otros centros para lograr proyectos más amplios, diversos y mejor adaptados a la problemática del país. Considero que en general las condiciones políticas fortalecen las posibilidades de definir una PINTA.

- Presupuestarias: las graves restricciones que actualmente existen en este aspecto obligan a que las instituciones y centros de investigación busquen integrar sus recursos para lograr con mayor eficiencia sus propósitos, buscando sumar sus recursos a los de otras instituciones para ejecutar proyectos interinstitucionales que no podrían lograr solos.

- Operativo: en general existen en la actualidad métodos operativos y tecnologías de manejo, sistematización, almacenamiento y envío de información que hacen mucho más rápida y eficiente la interacción de los dife-

rentes centros y empresas ligadas a la investigación. Con ello se fortalece la posibilidad de definir una PINTA para todas las investigaciones, empresas y organizaciones.

REFLEXIONES

Las situaciones planteadas en los antecedentes y los cambios que se han realizado en el país conducen a que, en un proceso de definición de una política de innovación tecnológica para la agricultura, se deba reflexionar sobre los siguientes aspectos:

- Desarrollo Rural Integral (DRI): el cambio de enfoque en la función de la anterior Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a la actual Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural obliga a un cambio en la visión operativa de ésta, teniendo como responsabilidades directas la operación de las acciones para el desarrollo de la agricultura y ganadería y la coordinación de todas las actividades que influyan en el desarrollo rural, entre las cuales estarían además de la agricultura y la ganadería, la silvicultura, el turismo, la pesca, el comercio, la industria, la infraestructura, la educación, los recursos naturales, los servicios, el indigenismo, lo social y lo político.
- Objetivos para lograr el DRI: se considera necesario aumentar el ingreso de las familias del sector rural, generar empleos, fomentar la productividad y rentabilidad de las actividades económicas y rurales, integrar e impulsar proyectos de inversión que permitan canalizar productivamente recursos públicos y privados al sector rural, crear y apoyar empresas que asocien a grupos de propietarios rurales entre sí y con inversionistas, fomentar la conservación y mejoramiento de los recursos naturales del medio rural y combatir la pobreza extrema.
- Descentralizar la extensión para coordinar todas las acciones que atañen al DRI: se requiere la participación sincronizada y bien dirigida del gobierno federal (por medio de la SAGDR) con los gobiernos estatales y municipales; para ello es necesario federalizar las actividades de planeación, elaboración de proyectos, investigación, extensión, evaluación y seguimiento. En la base operativa de todas las acciones estaría el extensionismo integrado a los gobiernos municipales y éstos a su vez integrados con la validación-investigación desarrolladas por los gobiernos estatales en los CADER. Finalmente, la SAGDR desarrollaría las acciones de normatividad, planeación nacional, realización de proyectos interestatales, supervisión, asesoría y evaluación de avances.

- Elementos básicos de la investigación: a fin de emprender una acción de validación-investigación que realmente responda a la gran diversidad de condiciones ecológicas del país se considera necesario promover y establecer una definición de todos los agrosistemas del país, de cada agrosistema; definir la primera aproximación a la tecnología con la información disponible del INIFAP, otras instituciones, productores u otros institutos de investigación en otros países. Con esto, definir paquetes tecnológicos validados por agrosistema para lograr un óptimo económico en los cultivos actuales y potenciales. Asimismo, definir y establecer un método para ajustar estos paquetes a los cambios de precios de productos o insumos, la disponibilidad de capital y las condiciones parcelarias; finalmente, establecer una oferta de información permanente en cada CADER por medio de bancos de datos, bibliotecas y asesoría permanente.

El SINIFAP como un sistema del Sinacyt: por ley está definido que el Sinacyt cuente con un comité nacional de coordinación con la participación de los subsecretarios de todas las dependencias que desarrollan actividades de investigación, además del Rector de la UNAM, el Director General del IPN y la Secretaría Técnica del Conacyt. Asimismo, se puede integrar un subcomité de coordinación para el SINIFAP presidido por el Subsecretario de la SAGDR que participa en el comité del Sinacyt, la Secretaría Técnica del INIFAP y con la participación de todas las instituciones (centros de investigación, universidades y empresas) que realizan actividades de IFAP.

Factores que se requieren considerar: la descentralización y/o federalización; consolidar un sistema de validación; establecer el sistema de capacitación-transferencia-extensión-asistencia técnica; establecer un sistema de oferta permanente de información, y otro de intercambio de información tecnológica internacional; redimensionar el INIFAP y fortalecer, con otros mecanismos de coordinación, a las instituciones que realizan IFAP.

CONCLUSIONES

- A la fecha no existe una política de innovación tecnológica para la agricultura.
 - Los cambios realizados en el país obligan a usar con mayor eficiencia los recursos naturales, institucionales y de conocimiento en el país.
 - Existen condiciones para definir la política de innovación para la agricultura antes mencionada.
 - Un aspecto importante de ésta es la consolidación del subsistema SINIFAP dentro del Sinacyt.

MODERNIZACIÓN DE LA AGRICULTURA
MEXICANA: NUEVOS RETOS
PARA EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN

José Luis Solleiro*
María del Carmen del Valle**
Guillermo Pérez***

INTRODUCCIÓN

Este documento forma parte de un proyecto de investigación sobre la dinámica del cambio tecnológico en la agricultura mexicana. En él se analizan los principales actores y las fuerzas que dirigen el cambio tecnológico en este sector en un país como México. La evaluación de los diferentes factores que influyen en la capacidad del país para generar y asimilar las innovaciones tecnológicas se basó en la aplicación de diferentes instrumentos a los diversos actores. Con el fin de conocer la capacidad tecnológica actual de las agroindustrias, se aplicó un primer instrumento; el segundo cuestionario incluyó a una muestra de investigadores y administradores de la investigación con la finalidad de identificar las potencialidades y principales restricciones del sistema de investigación agrícola, y finalmente se realizaron diversas entrevistas con productores y líderes de asociaciones de productores.

A continuación presentamos los resultados parciales del trabajo realizado, que muestran la capacidad del sistema de investigación. Esta evaluación se presenta en el marco de las recientes modificaciones de las políticas de desarrollo económico del país y explora características de las diferentes instituciones que participan en la generación, divulgación y uso de tecnologías en el sector agrícola.

* Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM.

** Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM.

*** Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

PANORAMA DE LA EVOLUCIÓN RECIENTE DEL SECTOR AGRÍCOLA

La agricultura ha desempeñado un papel importante en el crecimiento de la economía mexicana. Desde la reforma agraria a finales de la década de los treinta el sector agrícola había crecido a tasas elevadas, como resultado del incremento del área de cultivo, el aumento en la ocupación de fuerza de trabajo barata y la expansión de las zonas de riego con un fuerte apoyo del Estado.

Durante el decenio de los cincuenta, la política gubernamental facilitó la capitalización del campo y promovió la generación y transferencia de tecnología. Ésta permitió incrementos significativos en el rendimiento de los cultivos con la introducción del paquete tecnológico de la "Revolución Verde". Sin embargo, este proceso de modernización fue fragmentario y heterogéneo. Sólo los grandes propietarios dedicados a la agricultura comercial pudieron incorporarse plenamente al cambio tecnológico. Los ejidatarios no tuvieron un fácil acceso a la asistencia técnica, ni al capital necesario que les permitiera adoptar las nuevas tecnologías. El resultado fue la formación de una estructura en la cual conviven diferentes formas productivas y diferentes niveles de desarrollo, con resultados profundamente desiguales y, por tanto, con desiguales condiciones de vida.

Alrededor de 1965, el sector agrícola empezó a declinar, cuando la producción de granos básicos fue disminuyendo su dinámica, con la consecuente pérdida de la autosuficiencia alimentaria, expresada en crecientes importaciones.

El producto agrícola dejó de crecer en mayor proporción que la tasa de crecimiento poblacional, y disminuyó la participación del sector como generador de divisas por exportación, al pasar de 52.7% del total en 1960 a 48.3% en 1970, 10.1% en 1980 y 6.1% en 1985 (Ramos, 1990). Por su parte las importaciones agropecuarias fueron incrementándose: de 22 millones de dólares (1.9% del total de importaciones) en 1960, se incrementaron a 1 607 millones (11.4% del total) en 1985 y hacia 1992 se había alcanzado la cifra de 2 858 millones de dólares (21.7% del total).

En este largo periodo, la caída de la producción agrícola se ha debido principalmente a los bajos rendimientos promedio, como resultado de una pobre asimilación tecnológica y un proceso de concentración de la superficie agrícola y de la producción rentable únicamente en un octavo del área cultivada. Así, la producción de todos los granos básicos decreció, en tanto que la de forrajes y oleaginosas se desarrolló aceleradamente como respuesta al crecimiento de la industria y de la ganadería. En estas condiciones, al principio de la "década perdida" de los ochenta el gobierno mexicano lanzó

un programa que intentó recuperar la autosuficiencia alimentaria, el Sistema Alimentario Mexicano (SAM), por medio del cual se canalizaron fuertes subsidios al sector productivo de alimentos básicos, para incrementar la producción, principalmente de maíz y frijol. El SAM estimuló al sector y algunas industrias proveedoras de insumos, tales como semillas; sin embargo, su existencia fue efímera.

El SAM desapareció después de que la crisis del petróleo disminuyó drásticamente la capacidad económica del Estado. La crisis se generalizó y la relación entre la agricultura y la industria continuó siendo desfavorable para el sector agrario. La mano de obra continuó desplazándose del sector rural a las ciudades, en tanto que la industria no ha podido ocupar a esta fuerza laboral en su totalidad, de tal manera que se ha movido hacia el sector de servicios incrementando la población urbana marginal. Se presenta también una importante emigración hacia el exterior, especialmente a Estados Unidos.

Hoy en día la política agrícola se define dentro de un entorno de política económica radicalmente diferente. México ha abandonado rápida y definitivamente el modelo de sustitución de importaciones y de una economía protegida ha pasado a promover las exportaciones y estar a favor de su inserción en el mercado global.

La estrategia para la modernización del campo mexicano se sustenta en la apertura comercial y en la participación organizada de los campesinos. No hay duda de que el pilar básico de esta política han sido las modificaciones en la Constitución (artículo 27) y a su correspondiente Ley Agraria, para posibilitar a los productores decidir sobre el uso y eventual enajenación de sus parcelas, así como el tipo de organización que a ellos más convenga. De esta forma, se legitima la privatización de la tierra y el retiro del Estado como interventor directo en la organización del sector. Esto facilita que continúe el proceso de concentración de la tierra y de la producción, especialmente porque estas modificaciones ocurren cuando existe una situación de deterioro, resultado de los “ajustes” en la década perdida y se dirigen a campesinos empobrecidos, intentando su participación en proyectos para capitalizar al campo mediante la promoción de nuevas relaciones económicas que han sido muy exitosas en la agricultura comercial, principalmente las “asociaciones en participación”, mediante las cuales los campesinos y los pequeños productores establecen acuerdos con empresas agroindustriales, las cuales proveen de tecnología y financiamiento a cambio del suministro seguro y oportuno de materia prima agrícola.

Después de poner en marcha la reforma al artículo 27 constitucional y la Ley Agraria en febrero de 1992, el Estado emprendió un extenso programa

de modernización para el sector agrícola que incluía las siguientes acciones, en las que adopta un nuevo papel de promotor de las actividades agropecuarias (Solleiro *et al.*, 1994):

- Recursos presupuestarios y financiamiento a tres grupos: pequeños productores y campesinos en zonas marginales, productores de bajos ingresos pero con potencial productivo y productores agrícolas comerciales. Se designaron instrumentos financieros para los tres grupos, en un intento por atender sus diferentes necesidades, pero a pesar de estos programas, tanto la banca comercial como la de desarrollo redujeron significativamente el monto del crédito rural. Por esta razón, consideramos que el financiamiento es aún uno de los principales obstáculos que afronta el país para conseguir la modernización de su sector agrícola.

- La nueva política tendiente a regular el comercio interno tiene como objetivo el desarrollo de mercados regionales y la promoción para el establecimiento de numerosos centros de recepción y distribución, sin la participación directa de la empresa estatal Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo), que participaba en la comercialización de casi todos los productos, eliminando los subsidios al transporte y al almacenamiento.

- La política para promover el comercio exterior en la agricultura, pesca y productos forestales deviene de la estrategia general para integrar la economía nacional en el comercio internacional. México firmó un Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá, el cual ha creado una zona de libre comercio que abarca a los tres países y también ha acentuado los retos que México confronta desde que es miembro del Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT). Para facilitar la libre circulación de bienes y servicios estipulados por el TLC, las tarifas se revisarán por periodos de 5, 10 y hasta 15 años y se establecerán mecanismos para reducir todas las barreras no arancelarias (en el caso de la agricultura, sanitarias, fitozoosanitarias y normas técnicas), que representen un obstáculo para el comercio.

- En el caso del financiamiento, los productores se dividen en diferentes categorías para propósitos de aseguramiento. Esta estrategia prevé la participación de diferentes instituciones, así como la promoción de fondos creados por los mismos productores. Sin embargo el gobierno federal subsidia más de 30% de las primas del seguro.

- En el caso de los insumos, la política agrícola reconoce la importancia de que los productores tengan acceso a los que les son necesarios para ser más competitivos. Así, se abolieron los permisos de importación de maquinaria y equipo agrícola. Los subsidios indirectos para los fertilizantes se eliminarán gradualmente y se privatizó la empresa pública que lo fabrica: Fertilizantes Mexicanos (Fertimex).

- En el caso de las semillas certificadas, se tomaron medidas similares y el Estado ha abandonado su exclusividad en el suministro, el cual será determinado mediante las fuerzas del mercado.

- La misma filosofía sustenta la política mediante la cual se eliminó el sistema de precios de garantía para sustituirlo por el de precios concertados, en el cual éstos se fijarán por su comportamiento en el mercado internacional, tomando en cuenta también que los precios nacionales de granos básicos se han elevado considerablemente en años recientes. Se espera que a partir de ahora los productores mexicanos enfrenten la competencia internacional produciendo a bajos costos y vendiendo a precios competitivos.

- El último vínculo de la administración del presidente Salinas en materia de política agrícola es el Programa de Apoyos al Campo (Procampo). Su propósito es compensar a algunos productores agrícolas por los subsidios que otros países otorgan a su agricultura y promover la reconversión productiva hacia los cultivos que pudieran ser más rentables tomando en cuenta las ventajas comparativas del país. Procampo es el canal económico directo de apoyo a los productores de maíz, frijol, trigo, arroz, sorgo, soya y algodón. Este apoyo económico viene a sustituir gradualmente el subsidio a los precios de garantía. De esta forma, la operación productiva estará dirigida hacia los productos altamente rentables.

En resumen, el gobierno mexicano ha instrumentado un proceso mediante el cual se apuesta por la conformación de grandes unidades productivas agrícolas y agroindustriales, que serán capaces de introducir cambios tecnológicos, producir a precios competitivos y generar excedentes para exportación. Se espera que la inversión extranjera catalice este proceso y ayude a aliviar el desempleo que pudiera aparecer en zonas críticas como las de agricultura de subsistencia. Como se mencionó, se prevé que los precios internacionales conducirán a bajar los costos de producción, y así las tarifas en la mayoría de los insumos habrán de eliminarse. Además los subsidios para los fertilizantes, combustibles, semillas, extensión agrícola y capacitación han empezado a ser retirados. En estas políticas se asume que México puede beneficiarse de sus ventajas comparativas y tanto la apertura a los mercados como la inversión foránea pueden ser la clave de la competitividad. Esta aseveración deja al margen la posibilidad de que el sector agrícola desempeñe un papel estratégico. No se puede negar que la situación presente es poco promisoría: una agricultura heterogénea, descapitalizada y tecnológicamente atrasada. En esas condiciones gran parte de la población agrícola no tendrá acceso a la tecnología moderna.

PROMOCIÓN DE LA INNOVACIÓN: EL ESLABÓN PERDIDO EN LA POLÍTICA AGRÍCOLA

Después de la violenta caída del gasto público para la investigación durante el decenio de los ochenta (de más de 0.5% en 1982 a 0.16% en 1988) la administración de Salinas emprendió el Programa Nacional de Modernización en Ciencia y Tecnología. Brevemente diremos que tuvo como objetivo promover la investigación científica a estándares internacionales. En tecnología, el objetivo era incrementar la productividad, fortalecer la competitividad, favorecer la tecnología que preservara el medio ambiente y lograr un uso óptimo de los recursos naturales.

Conforme a este programa, aparentemente el gobierno actuaba como un fuerte promotor del desarrollo científico y dejaba la responsabilidad de la modernización tecnológica al sector privado. Esto pudo ser considerado como la mejor acción si las compañías mexicanas fueran lo suficientemente maduras para reconocer la importancia de la innovación para ser competitivas. Desafortunadamente, esto es cierto únicamente para algunas empresas, y los formuladores de la política consideran que las expectativas de las ganancias comerciales pudieran ser un incentivo suficiente para estimular el espíritu innovador.

Sin embargo se han alcanzado algunos logros considerables en la ciencia. México ha obtenido financiamiento del Banco Mundial para el programa de apoyo científico (Pasime), el cual incluye capacitación, proyectos de investigación y la creación de infraestructura. El nuevo Conacyt, como es ahora llamado, ha establecido una serie de mecanismos para promover altos estándares técnicos y académicos en todas las actividades que se propone apoyar. Conforme a sus principales programas proporciona apoyo para cursos de graduados, estimula la repatriación de científicos mexicanos que trabajan en el extranjero, proporciona donativos para desarrollar investigaciones básicas y aplicadas de alta calidad en todas las áreas científicas, fortalece la capacidad industrial del país, y estimula la innovación industrial al asumir algunos de los riesgos, y el enlace más eficaz de la investigación con la industria privada (Eastmond *et al.*, 1992).

El establecimiento de áreas prioritarias no se consideró y el criterio de excelencia ha sido el único requisito para el apoyo de proyectos. Las evaluaciones académicas se consideran el aspecto principal en la selección de investigación básica y aplicada. No existe una política o programas dedicados específicamente a promover tecnologías agrícolas.

El Programa Nacional para la Modernización del Campo prevé la reestructuración de la investigación agrícola a fin de lograr una estrecha rela-

ción entre ésta y el servicio de extensión, con un fuerte componente de adaptación eficiente, asimilación y difusión de tecnologías basado en un sistema de estímulo económico. Por supuesto que la participación del sector privado en el desarrollo de tecnología también se tomó en cuenta.

Sin embargo, estos objetivos han quedado en buenas intenciones en tanto que la investigación agrícola sufre problemas estructurales, una seria crisis económica y una escasa participación del sector privado. Para ilustrar esta situación, vale la pena mencionar que el gasto federal para investigación y desarrollo en este sector ha estado decreciendo durante los últimos años; de 95 millones en 1989 a 70 millones en 1993 (Conacyt, 1994). Además el INIFAP ha sufrido el más severo recorte presupuestario, al grado de que su participación en el gasto federal en ciencia y tecnología se redujo de 12% en 1987 a únicamente 7% en 1994. Esto muestra únicamente un panorama cuantitativo de la poca atención que se da a la investigación agrícola.

Las siguientes secciones presentarán un análisis de los problemas estructurales de este sector.

EL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO

El Sistema Nacional de Investigación Agrícola (SNIA) incluye un amplio rango de instituciones y actividades. Todas las organizaciones de un país que efectiva o potencialmente participan en la investigación y desarrollo de tecnologías agropecuarias. Generalmente, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) o su similar constituye el centro del sistema. Además del INIA, se encuentran otros institutos o agencias públicas o privadas, incluyendo institutos especializados, universidades, laboratorios de investigación industrial, organizaciones de desarrollo y servicios de extensión, que deben estar involucrados u obligados con alta responsabilidad en todos los aspectos concernientes a la investigación u otras actividades relativas al desarrollo agrícola (FAO, 1993). Esta definición nos da el marco referencial para el análisis del Sistema Nacional de Investigación Agrícola Mexicano.

En primer lugar se puede decir que las relaciones entre las instituciones integrantes del sistema (SNIA) son muy débiles. Por esta razón, Polanco (1992), un analista mexicano del sector agrícola, establece al respecto que es más preciso hablar, en el caso de México, de un conglomerado de instituciones en lugar de un sistema de innovación. Desde luego que un sistema de innovación integrado con una estructura coherente para inducir y proporcionar la difusión tecnológica está bastante alejado de la estructura de la investigación agrícola mexicana.

Se ha tratado que la red institucional mexicana para la innovación tecnológica, en el sector agropecuario, se articule alrededor de un concepto que explica la innovación como un proceso con las siguientes fases: investigación, evaluación y validación de los resultados, difusión intensiva y adopción por los agricultores. Conforme a este concepto, el actual SNIA mexicano se propone una división institucional de actividades y responsabilidades:

- La investigación básica la realizan las universidades agrícolas. En este grupo las más importantes dependen de la Secretaría de Agricultura: Colegio de Postgraduados, Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro y Universidad Autónoma de Chapingo. Algunas otras universidades realizan investigación básica con un efecto potencial en la agricultura, principalmente en algunos trabajos de biotecnología de plantas.

- La investigación aplicada se concentra en el INIFAP, que es la institución central en el SNIA mexicano. El INIFAP lleva a cabo cerca de 60% de estas actividades, en tanto que el resto las realizan escuelas y universidades agrícolas. Además, hay instituciones públicas de investigación que contribuyen con algunos programas orientados a la investigación agrícola.

- La validación de tecnologías y las pruebas de campo de las nuevas tecnologías para evaluar su adaptación y producción a las condiciones de los agricultores, son responsabilidad de INIFAP y de los Distritos de Desarrollo Rural coordinados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR).

- La educación superior y la capacitación formal de los técnicos es responsabilidad de tres grupos de instituciones: el primero corresponde a la red nacional de escuelas e institutos tecnológicos agrícolas, coordinados por la Secretaría de Educación Pública; el segundo está coordinado por la SAGAR y en él se incluyen cuatro instituciones de educación superior, y el tercero está integrado por varias escuelas y facultades de agricultura que dependen de los gobiernos estatales.

- La capacitación a los agricultores la proporciona el INCA-Rural, institución con cobertura nacional y único canal que promueve programas de capacitación para los productores. La Secretaría de la Reforma Agraria ha tenido también una división especial para programas que ayuden al desarrollo organizacional de productores. También el Programa Nacional de Solidaridad ha incluido la capacitación como parte de los proyectos productivos.

- Algunas organizaciones del sector privado desarrollan actividades de investigación; la mayoría están orientadas a la adaptación de tecnologías exógenas (desarrolladas en sus casas matrices). Precisamente algunas com-

pañías semilleras (siete) tienen programas de mejoramiento genético en México, cuatro de ellas son filiales de empresas trasnacionales y las otras tres son mexicanas.

La gran pregunta que surge después de observar esta relación de instituciones es si son capaces de enfrentar los retos para constituir un verdadero sistema que realice las siguientes funciones (Muhammed, 1993; ISNAR, 1984):

- Identificar oportunidades en escalas nacional, regional y local y sus posibles efectos, incluyendo los recursos requeridos.
- Ayudar a establecer objetivos y prioridades nacionales, así como estrategias para alcanzar tales objetivos (política de planeación, seguimiento y evaluación).
- Desarrollar y probar componentes que mejoren las prácticas de producción, incluyendo los sistemas de cosecha y de comercialización de los productos, así como la conservación de los recursos naturales.
- Combinar recursos y otros componentes con el fin de obtener altos rendimientos de cosechas en diferentes localidades.
- Facilitar la transferencia de tecnología hacia los productores en colaboración con los servicios de extensión.
- Identificar y mejorar los servicios en el suministro de insumos.
- Capacitar recursos humanos para proyectos de investigación, extensión o para instituciones educativas.

Los problemas que enfrenta el SNIA para realizar estas funciones se inician en la planeación. El Sistema tiene una débil estabilidad estructural, debido a los cambios en el gobierno, sustituciones en los altos niveles administrativos, escasez de fondos y fragmentación del sistema. Vale la pena mencionar que la investigación no desempeña un papel importante en la planeación del gobierno mexicano para modernizar el sector agrícola. Esto revela la poca importancia que el gobierno otorga a la investigación en el desarrollo agrícola. Como consecuencia, la investigación agrícola no es prioritaria en términos presupuestarios y de recursos humanos, y por tanto la política nacional de planeación otorga al sistema de investigación agrícola muy poca atención. En la planeación de la investigación en el INIFAP se le ha dado mayor énfasis a las metas de corto plazo impuestas por la Secretaría de Agricultura; reviste mayor interés la preocupación por administrar con eficiencia los escasos recursos presupuestarios, que atender el potencial estratégico de la investigación. Ni siquiera el programa de modernización prevé esta estrategia. Como resultado de todo esto, la planeación se inicia en los campos experimentales y de ahí en adelante ocurre la planeación institucional. El resultado es una suma de actividades que integran los programas correspondientes. Es común observar que la planeación financiera

no concuerde con los programas de actividades, lo cual causa retrasos y por supuesto dificultades para futuras evaluaciones.

Pero el peor de los resultados de la falta de planeación de las instituciones es que emprenden proyectos de investigación de poca relevancia para la mayor parte de los productores. El INIFAP ha seguido modelos de innovación que no corresponden a las demandas y necesidades de la amplia mayoría de los productores. Si bien 43% de las innovaciones del INIFAP corresponden al maíz, sorgo, frijol, trigo y uvas, solamente 20% de la superficie laboral del país cuenta con riego y 57% de las innovaciones están enfocadas para zonas irrigadas.

Todo esto representa una severa amenaza para el desarrollo futuro de las instituciones, ya que finalmente al SNIA se le juzga por su efecto en los rendimientos de diversos productos, por el incremento en el ingreso neto de los productores y por la solución de numerosos problemas que el sector agrícola demanda de la investigación científica. Por lo tanto, a menos que los resultados de la investigación lleguen a los agricultores, su efecto no es visible, aunque posea calidad científica y un alto valor intrínseco. Al no responder a estos requerimientos de eficacia, los responsables de la política agrícola están demostrando una escasa percepción de los problemas, así como poca eficiencia al no tomar en cuenta los beneficios que retribuye la investigación, y en consecuencia los problemas económicos empeorarán. El círculo vicioso se cierra cuando los siguientes factores contribuyen a un pobre desempeño del sistema:

- Bajos salarios y escasas perspectivas de mejoramiento en la carrera profesional para el personal científico y técnico.
- Falta de motivación y escaso liderazgo para la investigación.
- Mala administración y falta de habilidad para conducir la investigación.
- Frecuentes cambios de personal.
- Falta de seguimiento y de evaluación de la investigación.
- Fuerte reducción de los presupuestos para la investigación.
- Inadecuado equipo de laboratorio y mantenimiento ineficiente.

Todo esto se ha traducido en mayores limitaciones para obtener nuevos recursos. Al contrario, a pesar de las necesidades imperantes en este sector, en este año se ha sufrido un recorte de 50% del presupuesto y se reduce 30% el personal.

EL PROBLEMA DE LA DIFUSIÓN TECNOLÓGICA

La tasa del cambio tecnológico en el sistema depende de la forma y las condiciones en que operan las instituciones encargadas de realizar la investigación agrícola. Como se mencionó, los esfuerzos de la investigación se han centrado principalmente alrededor del INIFAP; sin embargo, una de las tendencias más significativas es la creciente participación del sector privado en algunas áreas de la investigación.

El establecimiento de prioridades y la distribución de recursos del Instituto se han visto afectados durante los últimos 20 años por los cambios profundos en el entorno nacional y mundial. El modelo institucional, adaptado del Sistema de Estaciones Agrícolas Experimentales de Estados Unidos, es cada vez más inadecuado para enfrentar tales cambios (De Janvry y Dethier, 1985). Las instituciones descentralizadas de América Latina estuvieron dispuestas a servir como transferidoras públicas de la tecnología que se encontraba disponible internacionalmente.

Este modelo de conversión tecnológica era el más idóneo, dada la situación de las primeras etapas en que se encontraba la investigación institucional. Por un lado la tecnología de la "Revolución Verde" estaba disponible en los centros internacionales y por otro, la tecnología estaba considerada como un bien público. Por esto, lo más adecuado fue involucrar al sector público, ya que la tecnología en la mayoría de los casos no proporcionaba los beneficios apropiables fácilmente por grupos privados y el Estado podía mediar entre los diversos grupos urbanos y rurales para adoptar exitosamente las nuevas tecnologías en el ámbito de un plan de desarrollo.

La creciente participación de la empresa privada en el desarrollo agrícola ha creado nuevas oportunidades para el sector privado y los beneficios que reporta a la empresa han estimulado la participación del sector privado para generar y difundir tecnología. Estas tendencias indican que al producto de la investigación se le considera como un bien privado y apropiable y las instituciones están percibiendo que los beneficios de la investigación no llegan al amplio sector agrario, sino más bien a las organizaciones que sirven a intereses particulares en el sector agrícola (Piñeiro y Trigo, 1983).

En este entorno, el gobierno mexicano ha reaccionado induciendo la participación del sector privado en el amplio proceso de generación y difusión tecnológica. Para ilustrar esta tendencia, es interesante analizar la reciente evolución del sistema de extensión y los programas de asistencia técnica.

El sistema de extensión agrícola y los programas de asistencia técnica son elementos clave en la difusión de tecnología en la agricultura. La exten-

sión agrícola en México se remonta a los comienzos de este siglo, ya que ha resentido la inestabilidad política y los frecuentes cambios. En 1954 por primera vez se presentó la participación de los productores organizados en los servicios de extensión y éstos se concentraron en las zonas de riego. Así, los pequeños productores dedicados en amplias zonas a la agricultura tradicional no recibieron ninguna atención durante mucho tiempo. En los años sesenta se expandió la red de campos experimentales en un esfuerzo para rectificar este descuido. A pesar de la escasez de recursos humanos y de financiamiento hubo un crecimiento en el extensionismo agrícola y en 1971 se le asignó el carácter de Dirección General en la Secretaría de Agricultura, con la colaboración de 1 583 técnicos extensionistas.

En 1977 la Dirección General fue cerrada y las actividades de asistencia técnica se transfirieron a los distritos de riego. Los siguientes tres años estuvieron marcados por un periodo de crecimiento anárquico y el número de extensionistas llegó a 21 500, de los cuales 57% se asignaron a las áreas de agricultura de temporal (Novelo, 1990). Sin embargo, la competencia técnica del servicio de extensión decreció notablemente.

En 1982 se llevó a cabo una reorganización y se transfirieron estos servicios a los Distritos de Desarrollo Rural, recientemente creados y administrados por oficinas estatales de la Secretaría de Agricultura. Hasta 1990, la asistencia técnica fue suministrada en esta forma por cerca de 10 000 extensionistas. En la actualidad se ha introducido un nuevo concepto de servicio de extensión, que consiste en transformar a los extensionistas en consultores agrícolas que otorguen asistencia técnica mediante contratos con despachos privados.

De acuerdo con la opinión de especialistas consultados para este estudio, no es posible enfrentar los retos que propone la modernización de la agricultura con el servicio actual de extensión agrícola. Si consideráramos únicamente el área sembrada con cultivos básicos, cada extensionista debería cubrir 2 575 hectáreas en promedio. Por otro lado el nivel técnico del extensionista ha decrecido de manera notable por su insuficiente capacitación y porque su actividad ya no está vinculada con las instituciones de investigación.

Si la privatización del servicio de extensión se generaliza, los extensionistas con mejor calificación técnica podrán convertirse en agentes promotores de tecnologías entre los productores que puedan contratar sus servicios. Los pequeños productores con escasa liquidez no podrían pagar estos servicios y por tanto quedarían al margen de las nuevas tecnologías. De esta forma la desigualdad existente se incrementaría.

Además, si observamos cómo ha evolucionado la participación del sector privado en la industria semillera, como otro importante mecanismo de

difusión de tecnología, una vez más se evidencia que los cultivos con menor atractivo económico se dejan a las pequeñas empresas semilleras, pero éstas no pueden desarrollar nuevas variedades por los altos costos que representa. Esto se convierte en una fuerte barrera para participar en el cambio tecnológico ya que en las presentes condiciones es muy difícil para estas empresas generar material de alta calidad. En estas condiciones, existe una necesidad de acercamiento entre las pequeñas empresas domésticas y los centros públicos de investigación, para que estas compañías puedan producir variedades mejoradas y satisfagan las necesidades de regiones y productores considerados segmentos poco atractivos para el mercado y que son ignoradas por las grandes compañías semilleras nacionales y transnacionales.

Volviendo al análisis de la capacidad del SNIA para introducir innovaciones, aparece otro patrón de comportamiento: a pesar de los cambios señalados en el ámbito en que se realiza la investigación, los principales actores parecen no darse cuenta de ellos. Las capacidades científicas y técnicas están aún orientadas para desarrollar mejores prácticas agronómicas para adaptar tecnologías a las condiciones de los productores con recursos técnicos y financieros. Las capacidades para el avance de tecnologías químicas no se han desarrollado y se ha hecho muy poco en el caso de las agroindustriales de poscosecha, las cuales permitirían a los productores dar un valor agregado a sus productos y conseguir una mejor integración en el complejo agroindustrial.

Nada de esto ha sido accidental. Es más bien la consecuencia de un error de concepción que considera que el proceso de innovación es lineal, sin tomar en cuenta que la innovación es un fenómeno multifactorial, con múltiples fuentes de conocimiento que pueden seguir diferentes trayectorias, dependiendo de las condiciones socioeconómicas y del ámbito en que tienen lugar los cambios tecnológicos. Esto significa que los centros de investigación agrícola deberían abandonar su tradicional concepción lineal que privilegia la oferta de resultados para convertirse en verdaderos agentes de la difusión de innovaciones y darse cuenta de que éstas no siempre se originan en sus laboratorios. Esto abre nuevas y numerosas posibilidades. Deberían establecerse nuevos programas de asistencia a los productores que seleccionen, adquieran y adapten tecnología exógena.

Queda claro que las instituciones de investigación tienen que generar mayores opciones que contribuyan a solucionar los problemas agrícolas. Los planteamientos basados en los principios de la "Revolución Verde" para modernizar la agricultura no son los más adecuados para solucionar problemas tales como la pobreza extrema en el medio rural y la degradación de los recursos naturales. El abuso de estas tecnologías más bien ha contribuido al

uso irracional de los recursos no renovables, a la contaminación del aire, el agua y el suelo y a la pérdida de la diversidad biológica y cultural. Al respecto, el reto para los científicos es identificar las ventajas comparativas desde distintos puntos de vista y de situaciones ecológicas, económicas y socioculturales.

¿UN NUEVO PAPEL DEL GOBIERNO?

La tecnología agrícola aún se considera un bien público imperfecto, es decir, "un bien" de cuyos beneficios nadie puede ser excluido, pero que también marca diferencias entre individuos, regiones, cultivos, tipos de explotación, fuentes de recursos, niveles de ingresos y patrones de consumo. El resultado es que diferentes grupos en la sociedad civil tienen diferentes demandas de innovación tecnológica. Esos grupos muestran habilidades diferenciales para inducir al sector público a que responda a sus demandas. La organización del sector público también se ve afectada en su capacidad de respuesta a las demandas de tecnología, en particular el grado de descentralización de las instituciones de investigación, para que administren de manera autónoma sus presupuestos, y la existencia o no de mecanismos formales de consulta con los grupos de interés (De Janvry y Dethier, 1985).

Por las fallas del mercado se justifica la intervención gubernamental en el cambio tecnológico del sector agrícola. Pero ello parece justificarse aún más en la actualidad si se busca promover un sistema de innovación, una estructura organizacional y mecanismos para crear un fuerte vínculo entre ciencia, tecnología y mercados; de este modo se alientan los procesos de generación, difusión y uso de innovaciones (Ávalos, 1990). Esto indica que la intervención del Estado debe dirigirse a las labores administrativas en el sistema de innovación antes que pretender ser el protagonista. Lo cual no significa, sin embargo, que el Estado abandone la responsabilidad de apoyar a las instituciones de investigación y a otros elementos del sistema. Los formuladores de la política nacional están en la mejor posición para entender que la inversión en la investigación agrícola reporta altos beneficios económicos. Esto es particularmente cierto cuando se ha invertido para ofrecer tecnologías a los agricultores pobres, donde el beneficio económico es marginal.

El sector público tiene un papel importante en la regulación y promoción de la competencia leal, en el suministro de insumos agrícolas, especialmente en los casos en que los consumidores son productores en pequeña escala y con poco acceso a la información. Mediante la coordinación, la capacita-

ción y la asistencia técnica a este sector de productores, la corporación pública actuará para aliviar algunos de los efectos de las fallas del mercado.

OPCIONES PARA UN NUEVO PATRÓN DE CAMBIO TÉCNICO EN LA AGRICULTURA MEXICANA

México ha emprendido profundas reformas en el marco legal para el desarrollo agrícola y el manejo ambiental. Ahora participa en el Tratado de Libre Comercio, el cual actúa como un fuerte catalizador para la modernización del sector agrícola de México. Sin embargo, al mismo tiempo el TLC presenta serios retos y amenazas, específicamente por las ventajas que México tiene en sus recursos naturales. En las condiciones actuales queda claro que la inversión y la tecnología procederán exclusivamente de los sectores con bajo valor agregado, los cuales no son atractivos para los países industrializados. Además, el uso de las nuevas tecnologías parece estar reservado para el relativamente pequeño grupo de agricultores con experiencia en el uso de complejos paquetes tecnológicos, que trabajan con cultivos comerciales altamente rentables. El costo de introducción de nuevas tecnologías es alto, en especial si tomamos en cuenta que generalmente vienen asociados con maquinaria moderna y suelos de alta calidad. Además, el dominio de las nuevas tecnologías demanda el mejoramiento de capacidades y habilidades. Esto requiere mayor apoyo técnico y la posibilidad de evaluar las alternativas tecnológicas apropiadas a las diferentes condiciones de producción.

Desde luego, nuestro propósito es definir una estrategia nacional objetiva que llegue a dominar la difusión de tecnología. Experiencias recientes de países asiáticos en el sector manufacturero muestran muy claramente que las economías intermedias pueden llegar a ser competitivas si adoptan con firmeza estrategias de “seguidores de tecnología”. México presenta una base sólida para llegar a ser “buen seguidor” en el sector agrícola.

Un aspecto básico para desarrollar la estrategia de buen seguidor de tecnología es contar con recursos humanos altamente calificados, para que rápidamente seleccionen y asimilen las tecnologías existentes. En este escenario las instituciones de investigación, los productores y las empresas privadas tienen que colaborar para llegar a ser muy competentes, para acceder y dominar las tecnologías y desarrollar aplicaciones y productos para demandas específicas de mercado, así como para lograr metas de desarrollo de tecnologías competitivas que se adapten a las condiciones y monto de recursos de los consumidores finales.

Es difícil prever una mejor posibilidad para la estrategia tecnológica de la agricultura mexicana, pero debe quedar muy claro que la de seguidor de tecnología no es una estrategia de segunda clase sino que, por el contrario, impone grandes retos a todo el sistema de investigación, ya que demanda un gran mejoramiento de todas las actividades de investigación, desarrollo, adaptación y difusión. Finalmente, es necesario señalar que esta estrategia es la única vía para llegar a ser competitivos, asumiendo que no es posible ser líderes dadas las limitaciones del actual sistema que hemos presentado en todo el documento y dadas las barreras de entrada impuestas por los países y las compañías líderes en la innovación tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávalos, I. (1990), *Biotechnología e industria. Un ensayo de interpretación teórica*, Costa Rica, Serie Documentos de Programas, núm. 18, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Conacyt (1994), *Indicadores de ciencia y tecnología*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- De Janvry, A. y J.J. Dethier (1985), *Technological innovation in agriculture. The political economy of its rate and bias*, CGIAR Study Paper, núm. 1, Washington.
- Eastmond, A. et al. (1992), *Agrobiotechnology in Mexico faces the challenge of the Free Trade Agreement*, Advanced Technology Assessment System Issue 9, Nueva York, ONU, pp. 107-114.
- FAO (1993), *The role of universities in national agricultural research systems*, Roma, FAO, Research and Technology, núm. 5.
- ISNAR (1984), *Considerations for the development of national agricultural research capacities in support of agricultural development*, La Haya, International Service for National Agricultural Research.
- Muhammed, A. (1993), *The role and functions of National Agricultural Research Systems in agricultural development*, en FAO (1993) op. cit., pp. 1-29.
- Novelo, F. (1991), *Diagnóstico sobre el servicio de extensión agrícola en México*, Roma, FAO, Informe TST 8945.
- Piñero, M. y E. Trigo (1983), *Procesos sociales e innovación tecnológica en América Latina*, Costa Rica, Interamerican Institute for Cooperation in Agriculture-ICA.
- Polanco, A. (1992), "Difusión de agrobiotecnologías: barreras de entrada", lectura presentada en el Taller sobre Prospectiva de las Agrobiotecnologías, México, Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM (inédito).
- Ramos, R. (1990), "Elementos para la discusión sobre el ejido en México", *Comercio Exterior*, vol. 40, núm. 9, septiembre, pp. 838-844.
- Solleiro, J.L. et al. (1995), *Biotechnology and sustainable agriculture: the case of Mexico*, París, OECD Development Centre Technical Papers, núm. 105, OCDE/GD (94) 121.

DE LOS COORDINADORES

Doctor José Luis Solleiro

Investigador titular "B" del Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM, es ingeniero mecánico-electricista por la UNAM, y doctorado en Ciencias, con especialidad en desarrollo tecnológico, de la Universidad Técnica de Viena. Ha publicado más de 80 artículos y participado como coautor en varios libros sobre gestión tecnológica. Ha impartido cursos y conferencias sobre gestión tecnológica en más de 15 países, ha sido consultor de empresas privadas y organismos internacionales como OEA, OMPI, IRC, CIDA, PNUD/ONUDI, Industry Canada y el BID. En 1992 fue merecedor del premio Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos, y en 1994 del Premio Jesús Silva Herzog. Es miembro del SNI y actualmente coordina el programa CamBio Tec, una iniciativa de vinculación en el área de biotecnología a nivel internacional financiada por el gobierno de Canadá.

Licenciada María del Carmen del Valle

Investigadora titular "A" del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, es licenciada en Economía por la UNAM, con estudios de doctorado en Ciencias Sociales en la UAM-Xochimilco. Ha sido secretaria técnica del IIEC en 1989-1990 y miembro del Consejo Técnico de Humanidades en 1987-1988. En 1994 se le otorgó el Premio Jesús Silva Herzog por su investigación "El cambio tecnológico en la agricultura y las agroindustrias en México".

Doctor Ernesto Moreno

Investigador titular "C" del Instituto de Biología de la UNAM, es ingeniero agrónomo por la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", con estudios de posgrado en la disciplina de Fitopatología, de maestría en el Colegio de Posgraduados y de doctorado en la Universidad de Minnesota. Su investigación ha sido enfocada al conocimiento de los problemas ocasionados por hongos en granos y semillas almacenados, así como a la búsqueda de soluciones a dichas problemáticas. Ha escrito más de 50 trabajos, publicados en revistas nacionales y extranjeras, así como dos libros sobre su área de investigación. Además, ha publicado diversos documentos de divulgación sobre problemas de poscosecha en países de Sudamérica y actualmente es director del Programa Universitario de Alimentos. Es investigador nacional nivel III del SNI, y ha recibido numerosas distinciones nacionales e internacionales como tal.

Las nuevas tendencias de la economía mundial hacia la globalización y el acelerado cambio tecnológico que promueve una reestructuración productiva sustentada en la incorporación deliberada y sistemática del progreso técnico, conducente a elevar la competitividad internacional, es el contexto en que se enmarca este libro. Se analizan también las condiciones de incorporación de México a la economía internacional y la participación en una zona de libre comercio con Estados Unidos y Canadá, ante las cuales el gobierno de México ha optado por una apertura comercial con escasas restricciones y por una política económica que se orienta hacia la toma de decisiones por el libre juego de las fuerzas del mercado. Incluye las ponencias que se presentaron en el Seminario Internacional de Innovación Tecnológica en Agricultura y la Agroindustria en México, donde se reunieron agentes del cambio técnico, y se discutieron libre y pluralmente los diferentes aspectos de esta problemática.

Diseño: Vicente Rojo Cama



Premio otorgado por la SECOFI al IIEc por sus aportaciones al estudio de la problemática exportadora.

ISBN 968 36 5030 9 (TOMO II)



9 789683 650306

ISBN 968 36 5028 7



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO