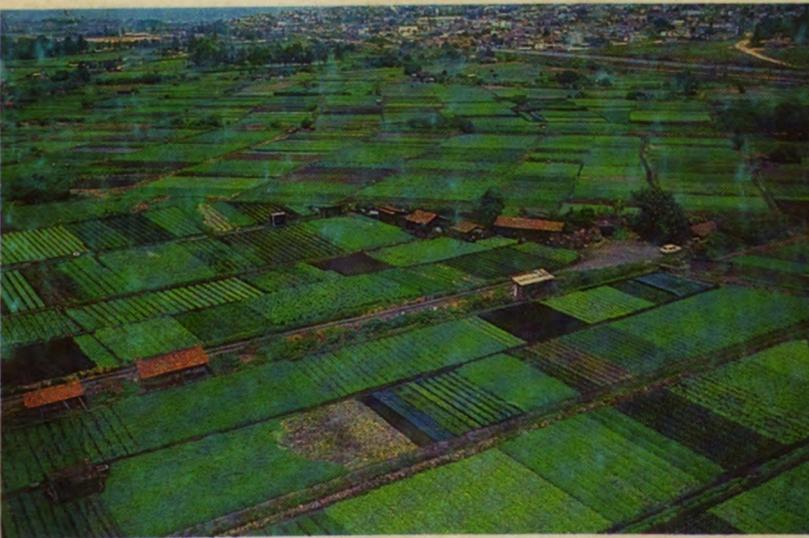


# IICA



## POLITICA TECNOLOGICA Y COMPETITIVIDAD AGRICOLA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Walter R. Jaffé  
(Editor)



PROGRAMA II  
GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

## ¿QUE ES EL IICA?

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano. Sus orígenes se remontan al 7 de octubre de 1942 cuando el Consejo Directivo de la Unión Panamericana aprobó la creación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Fundado como una institución de investigación agronómica y de enseñanza de posgrado para los trópicos, el IICA, respondiendo a los cambios y a las nuevas necesidades del hemisferio, se convirtió progresivamente en un organismo de cooperación técnica y fortalecimiento institucional en el campo agropecuario. Estas transformaciones fueron reconocidas formalmente con la ratificación, el 8 de diciembre de 1980, de una nueva convención, la cual estableció como los fines del IICA estimular, promover y apoyar los lazos de cooperación entre sus 33 Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Con un mandato amplio y flexible y con una estructura que permite la participación directa de los Estados Miembros en la Junta Interamericana de Agricultura (JIA) y en su Comité Ejecutivo, el IICA cuenta con una amplia presencia geográfica en todos los países miembros para responder a sus necesidades de cooperación técnica.

Los aportes de los Estados Miembros y las relaciones que el IICA mantiene con 16 Observadores Permanentes, y con numerosos organismos internacionales, le permiten canalizar recursos humanos y financieros en favor del desarrollo agrícola del hemisferio.

El Plan de Mediano Plazo 1987-1993, documento normativo que señala las prioridades del Instituto, enfatiza acciones dirigidas a la reactivación del sector agropecuario como elemento central del crecimiento económico. En función de esto, el Instituto concede especial importancia al apoyo y promoción de acciones tendientes a la modernización tecnológica del agro y al fortalecimiento de los procesos de integración regional y subregional. Para lograr esos objetivos el IICA concentra sus actividades en cinco Programas que son: Análisis y Planificación de la Política Agraria; Generación y Transferencia de Tecnología; Organización y Administración para el Desarrollo Rural; Comercio e Integración; y Sanidad Agropecuaria.

Los Estados Miembros del IICA son: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, St. Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. Fungen como Observadores Permanentes: Alemania, Austria, Bélgica, Comunidades Europeas, España, Federación de Rusia, Francia, Hungría, Israel, Italia, Japón, Portugal, Reino de los Países Bajos, República Arabe de Egipto, República de Corea y Rumania.

ISSN-0534-5391



# POLITICA TECNOLOGICA Y COMPETITIVIDAD AGRICOLA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Walter R. Jaffé  
(Editor)



PROGRAMA II  
GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).  
Setiembre, 1993.

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del IICA.

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios de los autores y no representan necesariamente el criterio del IICA.

El Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (CIDIA), a través de su Imprenta, es responsable por el montaje, fotomecánica e impresión de esta publicación.

Política tecnológica y competitividad agrícola en América Latina y el Caribe / ed. Walter Jaffé. — San José, C.R. : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, 1993.

518 p. ; 23 cm. — (Serie Publicaciones Misceláneas / IICA, ISSN 0534-5391 ; no. A1/SC-93-22)

1. Política tecnológica — América Latina. 2. Política tecnológica — Caribe. 3. Competitividad. I. IICA. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología. II. Jaffé, Walter. III. Título. IV. Serie.

AGRIS E14

DEWEY 338.6048

SERIE PUBLICACIONES  
MISCELANEAS

ISSN-0534-5391  
A1/SC-93-22

Setiembre, 1993  
San José, Costa Rica

## CONTENIDO

<b>PRESENTACION</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>5</b>
<b>COMPETITIVIDAD: ASPECTOS CONCEPTUALES</b>	
<b>TRANSFORMACIONES PRODUCTIVAS Y COMPETITIVIDAD: UN MARCO METODOLOGICO</b>	
<i>Geraldo Müller</i> .....	<b>9</b>
<b>Presentación</b> .....	<b>9</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>10</b>
<b>Los aspectos conceptuales</b> .....	<b>12</b>
<b>Aspectos metodológicos</b> .....	<b>29</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>41</b>
<b>MARCO METODOLOGICO PARA EL ANALISIS DE LA COMPETITIVIDAD TECNOLOGICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO</b>	
<i>Eduardo Doryan y Ana Lorena Jiménez</i> .....	<b>45</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>45</b>
<b>Sistematización de enfoques y conceptos</b> .....	<b>45</b>
<b>Principales características de la producción     agropecuaria: contrastes entre el nuevo y     el viejo paradigma</b> .....	<b>46</b>
<b>Definición de conceptos</b> .....	<b>54</b>
<b>El análisis de la competitividad a distintos     niveles</b> .....	<b>68</b>

<b>Estrategias, políticas e instrumentos de política para la innovación tecnológica agropecuaria</b> . . . . .	<b>103</b>
<b>Metodología para el análisis de la competitividad y el papel de la innovación tecnológica en el sector agropecuario</b> . . . . .	<b>138</b>
<b>Bibliografía</b> . . . . .	<b>155</b>

## **LOS DETERMINANTES GLOBALES**

<b>NUEVOS PARADIGMAS TECNOLOGICOS EN LA AGRICULTURA: BASES PARA UNA INTERPRETACION EVOLUTIVA</b> <i>Rui Albuquerque y Sergio Salles</i> . . . . .	<b>161</b>
<b>Introducción</b> . . . . .	<b>161</b>
<b>Innovación tecnológica en la agricultura: una perspectiva evolutiva</b> . . . . .	<b>162</b>
<b>Generación y difusión de innovaciones tecnológicas en la agricultura: métodos para su interpretación</b> . . . . .	<b>176</b>
<b>Paradigmas y trayectorias tecnológicas en la agricultura: una propuesta de interpretación</b> . . . . .	<b>195</b>
<b>Las nuevas tecnologías y su relevancia para la agricultura</b> . . . . .	<b>214</b>
<b>La conformación de un nuevo paradigma tecnológico para la agricultura y las perspectivas de impacto en los países menos desarrollados</b> . . . . .	<b>233</b>
<b>Bibliografía</b> . . . . .	<b>245</b>

<b>EFFECTOS DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA AGRICOLA</b>	
<i>C. Ford Runge</i> . . . . .	<b>253</b>
Introducción . . . . .	<b>253</b>
Sostenibilidad como síntesis . . . . .	<b>254</b>
Innovación inducida y sostenibilidad . . . . .	<b>262</b>
Tecnologías agrícolas de "alta precisión" . . . . .	<b>267</b>
Repercusiones en materia de políticas y transferencia de tecnología . . . . .	<b>277</b>
Bibliografía . . . . .	<b>278</b>

## **NUEVAS ESTRATEGIAS Y POLITICAS**

<b>DINAMICA DE LA INNOVACION TECNOLOGICA EN LA AGRICULTURA: EL EJEMPLO DE MEXICO</b>	
<i>José Luis Solleiro, Carmen del Valle e Isabel Sánchez</i> . . . . .	<b>287</b>
Introducción . . . . .	<b>287</b>
Metodología . . . . .	<b>288</b>
Antecedentes . . . . .	<b>288</b>
Teorías sobre el cambio técnico en la agricultura . . . . .	<b>293</b>
Los agentes de cambio técnico en la agricultura. El caso de México . . . . .	<b>305</b>

Factores que inciden en el cambio técnico en la agricultura . . . . .	329
Propuesta sobre una agenda de investigación . . . . .	340
Bibliografía . . . . .	343
<b>AJUSTE ESTRUCTURAL Y CAMBIOS TECNOLOGICOS EN LA AGRICULTURA DE LOS PAISES EN DESARROLLO</b>	
<i>Carlienne Brenner</i> . . . . .	349
Introducción . . . . .	349
Antecedentes . . . . .	350
Las repercusiones de la reforma estructural en la investigación agrícola, el desarrollo de tecnología y su difusión . . . . .	353
Encadenamientos macro-micro: las repercusiones del ajuste estructural en el régimen de incentivos y desincentivos a los agricultores . . . . .	366
Conclusiones y recomendaciones en materia de políticas . . . . .	372
<b>POLITICA TECNOLOGICA Y AGRICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE: DEL CONCEPTO DE SECTOR AGRICOLA AL DE CADENA AGROINDUSTRIAL</b>	
<i>Ignacio Avalos Gutiérrez</i> . . . . .	379
Introducción . . . . .	379
Política tecnológica en las economías protegidas . . . . .	385
Política tecnológica y agricultura en las economías protegidas . . . . .	395

Política tecnológica y apertura de las economías . . . . .	403
Los grandes virajes en la concepción de la política tecnológica . . . . .	412
La cadena agroindustrial como objetivo de la política tecnológica . . . . .	431
Notas . . . . .	444
Bibliografía . . . . .	452
<b>PAPEL DEL ESTADO EN LA INNOVACION TECNOLOGICA CON ENFASIS EN LAS ORGANIZACIONES DE INVESTI- GACION Y DESARROLLO. EL CASO DEL INTA EN ARGENTINA</b>	
<i>Félix Cirio y Alfonso Castronovo</i> . . . . .	457
Introducción . . . . .	457
La investigación agrícola en los países desarrollados . . . . .	458
La investigación agrícola en América Latina . . . . .	461
Los nuevos desafíos . . . . .	467
Señalamientos sobre las teorías de la innovación . . . . .	473
La respuesta de los países desarrollados . . . . .	477
La respuesta de América Latina . . . . .	486
Reflexiones finales a partir del caso del INTA en la Argentina . . . . .	493
Bibliografía . . . . .	510



## PRESENTACION

Como consecuencia de los programas de ajuste y reestructuración económica que se desarrollan en todos los países de América Latina y el Caribe (ALC), así como también de las tendencias mundiales tecnológicas y comerciales, los países de la Región se ven enfrentados a la necesidad de desarrollar y fortalecer su competitividad, es decir, la capacidad de mantener y aumentar su participación en los mercados internacionales y nacionales. Ello es especialmente importante en el caso de la agricultura (en su acepción ampliada que incluye la producción primaria agrícola, pecuaria, forestal y acuícola, así como el procesamiento agroindustrial), pues sigue siendo la actividad económica y de exportación más importante en muchos países. La X Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura, realizada en Madrid en 1991, reconoció esa situación al señalar la urgencia de priorizar el desarrollo de la competitividad en la agricultura regional. A partir de ese mandato, el IICA ha desarrollado una serie de acciones de apoyo en tal sentido.

El Programa de Generación y Transferencia de Tecnología del IICA, en particular, tiene interés en estimular la discusión de este tema y avanzar en él desde la óptica de las estrategias y políticas de desarrollo tecnológico agrícola requeridas. Este interés es compartido por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), razón por la cual se decidió aunar esfuerzos en este tema. Una primera actividad en tal sentido fue la organización conjunta de un seminario/taller, realizado en Montevideo, Uruguay, del 14 al 16 de diciembre de 1992, con el propósito de unificar conceptos y criterios entre investigadores interesados en las determinantes actuales y futuras de las estrategias y políticas de desarrollo tecnológico agrícola en América Latina.

Este volumen contiene, editados, los trabajos que sirvieron de base a las distintas ponencias presentadas en el Seminario. Con excepción del documento de Carlienne Brenner, del Centro de Desarrollo de la OCDE, estos textos fueron el resultado de consultorías contratadas en el marco del proyecto "Desarrollo Tecnológico y Competitividad del Sector Agropecuario en América Latina y el Caribe", del Programa de Generación y Transferencia de Tecnología del IICA. Este proyecto se inscribe en el área de política tecnológica agrícola, una de las tres áreas de concentración de las actividades del Programa; tiene como objetivo

generar información para el diseño de políticas y estrategias tecnológicas agrícolas con el fin de estimular la competitividad en ALC. Mediante el apoyo a la discusión y la difusión de las conclusiones obtenidas, se procura superar la carencia de elementos teóricos, metodológicos y empíricos adecuados para la formulación de estrategias y políticas de desarrollo tecnológico de la agricultura, en función del fortalecimiento y expansión de su competitividad.

Eduardo Trigo  
Director  
Programa de Generación  
y Transferencia de Tecnología (IICA)

## INTRODUCCION

Cualquier análisis del desarrollo tecnológico agrícola en ALC en la actualidad tiene que partir del reconocimiento de, por lo menos, los cuatro grandes cambios paradigmáticos que se están produciendo en los ámbitos de la ciencia y la tecnología, la problemática ambiental, las estrategias de desarrollo económico y la implementación de la política económica en el orden nacional.

En el ámbito de la ciencia y la tecnología se destaca el fenómeno del surgimiento de las nuevas tecnologías. Ellas, debido a su amplio impacto sobre muchas industrias, conforman nuevos paradigmas técnico-productivos que revolucionan la forma de organizar la producción y la distribución. Particularmente en la agricultura, se verán afectados muchos de los tradicionales instrumentos, políticas y estrategias de generación, transferencia y aplicación de la tecnología.

Con el reconocimiento de los efectos globales de las actividades productivas sobre el clima, el medio ambiente y la biodiversidad, la problemática ambiental se ha convertido en uno de los parámetros que obligatoriamente deben ser tomados en cuenta en cualquier estrategia de desarrollo. El objetivo del desarrollo sostenible, y en particular el del desarrollo agrícola sostenible, comienza a influir en forma determinante en las estrategias de investigación y desarrollo tecnológico.

El tercer cambio se refiere a las estrategias de desarrollo económico aplicadas en la Región. El modelo de desarrollo seguido en América Latina y el Caribe a partir del agotamiento de la estrategia de sustitución de importaciones y la crisis económica que se generó en consecuencia, tiene como objetivo central una nueva modalidad de inserción de la Región en la economía mundial con base en la competitividad.

La apertura de las economías, mediante la eliminación de la protección, el libre comercio y la integración económica, y el impulso a las exportaciones, son elementos esenciales del nuevo modelo. El factor central del éxito de esas estrategias es la competitividad de los sectores económicos y las empresas, que les permitirá subsistir y crecer frente a una mayor competencia de productos importados en los mercados nacionales, por un lado, y frente a la competencia internacional en los mercados de exportación, por el otro. Solo así esas estrategias se

traducirán en crecimiento económico, uno de los objetivos de cualquier política económica.

El cuarto cambio paradigmático se centra en la forma de implementación de las políticas de desarrollo económico, particularmente en el papel del Estado en ese proceso. Se reduce sustancialmente su involucramiento directo en la producción y la prestación de servicios, lo que debería permitir reforzar su papel de orientador y articulador de las actividades económicas, así como también en la provisión de la infraestructura requerida para el desarrollo y acumulación de capacidades competitivas.

Los cambios señalados están estrechamente relacionados entre sí y, en buena medida, son mutuamente sinérgicos. El diseño de estrategias y de políticas de desarrollo tecnológico de la agricultura para la competitividad debe partir de este reconocimiento, que lleva a la necesidad de contar con un marco integrado de políticas, en función de los objetivos de competitividad, sostenibilidad y equidad del desarrollo regional. Esta tarea es un problema especial que requiere ser abordado en el contexto específico de la Región desde la perspectiva de los cambios reseñados. No se cuenta para ello con muchos elementos teóricos ya que, con excepción de la problemática del cambio técnico, poco se han analizado los temas relevantes desde una perspectiva agrícola y agroindustrial.

A partir de la comprensión de la dinámica de la innovación tecnológica en la agricultura regional en condiciones de apertura económica, tema en el cual aún no se cuenta con demasiados conocimientos, podrán abordarse asuntos como el nuevo paradigma técnico-económico en la agricultura, las características de un nuevo patrón tecnológico sostenible, los factores de competitividad de la agricultura regional, las nuevas políticas tecnológicas para la agricultura, el nuevo papel del Estado, entre otros, todos necesarios para avanzar en el diseño del marco integrado requerido. Los trabajos que siguen pretenden ser un aporte en este sentido. Cada uno de ellos centra su análisis en uno de estos asuntos, si bien la estrecha relación entre ellos obliga a referencias más o menos extensas a las demás ponencias. Se ha puesto el énfasis en el plano analítico, aunque varios documentos presentan experiencias relevantes de la Región y aun del mundo.

## **COMPETITIVIDAD: ASPECTOS CONCEPTUALES**



# TRANSFORMACIONES PRODUCTIVAS Y COMPETITIVIDAD: UN MARCO METODOLOGICO

Geraldo Müller<sup>1, 2</sup>

## PRESENTACION

Los países de América Latina y el Caribe se encuentran en un proceso de ajuste macroeconómico y sectorial que conduce, entre otras cosas, a transformaciones significativas de sus esquemas productivos y distributivos.

La forma como los productos agrarios y agroindustriales se acomodan a las nuevas condiciones, en mercados cada vez más competitivos, resulta de capital importancia para conocer los procesos tecno-económicos y socio-políticos, y para extraer las enseñanzas que pueden ser intercambiadas entre países e instituciones.

El proceso de apertura se presenta como irreversible. Surgen diversos matices y configuraciones que obligan a los agentes socio-económicos a diseñar estrategias productivas y distributivas para los diferentes escenarios en los cuales deben operar. De ahí que las cadenas agroindustriales nacionales, sus firmas y segmentos deben prepararse para actuar en sus mercados domésticos haciendo frente a la producción de terceros mercados, que ahora entran libremente en sus dominios. Lo mismo vale, y con mayor certeza, para la actuación en el mercado internacional. Además deben participar en procesos de apertura preferencial derivados del relanzamiento revitalizado de los esquemas de integración subregional y, paralelamente, prepararse para formar parte de otros, conducentes a constituir zonas de libre comercio con otros socios comerciales o a conformar áreas de integración.

---

<sup>1</sup> Especialista en Competitividad. IICA

<sup>2</sup> Agradezco a Carlos Pomarada, Manuel Otero, Orlando Plaza, Walter Jaffé, Julio Hernández, Robin Bourgeois y Jorge Torres Zorrilla por sus comentarios y sugerencias a los manuscritos de este documento; a Dowlat Budhrām por sus sugerencias bibliográficas; a Bárbara Cohen por su colaboración en la traducción y redacción.

El nuevo contexto internacional tiende a valorizar la competitividad como una de las más importantes reglas de juego en las relaciones comerciales, financieras, técnicas, organizativas e institucionales. Esto presiona a cada uno de los países de ALC a lograr reconversiones productivas y distributivas, a la aplicación de nuevos procesos y a la creación de nuevos productos. En síntesis, conduce a los países de la Región a transformaciones productivas.

La competitividad asociada a las transformaciones productivas es un proceso a la vez internacional, regional y nacional, que requiere una metodología nueva para describirlo, explicarlo y elaborar estrategias para participar en él. Requiere también nuevas maneras de apoyar a los países mediante la cooperación técnica en la elaboración de políticas macroeconómicas y selectivas dirigidas a las actividades y productos agrarios y agroindustriales. El cuadro no estaría completo si no se incluyeran las estrategias empresariales. Este trabajo, preliminar por cierto, es una sugerencia de marco metodológico que debe colaborar con el objetivo de disponer de un cuadro de referencia analítico mínimo para apoyar técnicamente el proceso de toma de decisiones por los agentes privados y públicos.

## **INTRODUCCION**

La situación en la cual los países podían controlar su demanda global y aplicar políticas dirigidas a los objetivos nacionales cambió drásticamente en la década de los setenta para los países desarrollados, y en la década de los ochenta para los países en desarrollo. Hay un fuerte consenso en el sentido de que en estas décadas se desmanteló un patrón de crecimiento y desarrollo, sin que se haya logrado un nuevo ciclo eficaz de expansión internacional semejante al de posguerra. Los impactos más negativos de esta situación se concentran en los países en desarrollo.

Uno de los mecanismos que se han fortalecido con respecto al patrón de desarrollo anterior, y que ha sido aceptado por los organismos internacionales para lograr un nuevo ciclo largo de acumulación de capitales y de riquezas, fue el de la apertura de las economías nacionales, de una manera diferente a la que era habitual hasta entonces.

Consiste en exponer a los países a las nuevas condiciones y fuentes de estructuración, conducta y desempeño dictadas por la competencia internacional, que surgen de algunos países que pasaron a concentrar los excedentes económicos a nivel mundial.

La internacionalización productiva se suma ahora a la segmentación de los mercados, lo que exige esquemas de generación y distribución flexibles y adecuados a las diversas y cambiantes demandas. Los elementos tecno-económicos y socio-político-institucionales que forman parte de este proceso avanzan impetuosamente sobre las organizaciones y mercados nacionales, y sus instituciones sociales y jurídicas, retándolas a cambios radicales, particularmente en el papel que desempeñan los empresarios y los gobiernos y otros agentes responsables en la generación y difusión de nuevos conocimientos, tecnologías y creencias.

Para poder pensar en la inserción internacional de los países de América Latina y el Caribe (ALC) en la economía mundial, por medio de la competitividad como condición para iniciar un (esperanzado) ciclo de crecimiento, es necesario evaluar la capacidad de cada país, o bloque de países, para participar de manera activa en las diversas negociaciones internacionales. Por lo tanto, se requiere considerar la capacidad productiva, tecnológica y financiera de cada país, y la capacidad de renovación institucional-legal.

Reiniciar un nuevo ciclo de crecimiento económico –ya en curso en algunos países del ALC– a la luz de la competitividad internacional, con equidad y sostenibilidad, requiere reflexionar sobre la capacidad disponible y/o la posibilidad de conquistar las fuentes de la competitividad y participar así en las negociaciones básicas de productos, de segmentos y de cadenas productivas. El país y la Región deben alcanzar una perspectiva mínimamente realista para ubicarse en la nueva interdependencia mundial jerarquizada y, a partir de ahí, pensar en el futuro. Si bien no se puede predecir el futuro, tampoco pueden descuidarse las previsiones en torno a él. Este documento contiene algunas consideraciones sobre los aspectos conceptuales y metodológicos.

En los aspectos conceptuales se llama la atención sobre la polisemia del término competitividad y las dificultades que surgen cuando se busca explicarlo en la práctica, sobre todo cuando está asociado a las transformaciones productivas. Debe ponerse énfasis en tomar la competitividad como un proceso en el cual todos los elementos interactúan de modo continuo.

En los aspectos metodológicos se indica un esquema genérico de análisis de la competitividad, definido como la capacidad de una organización socioeconómica (empresa, ramo de actividad o cadena productiva) de conquistar, mantener y ampliar la participación de mercado de manera lucrativa y que permita su crecimiento. Se sugiere enfatizar la caracterización de las fuentes y del contexto de la competitividad para elaborar tipologías.

## LOS ASPECTOS CONCEPTUALES

De los dos conceptos básicos, el de transformaciones productivas, que involucra las innovaciones tecnológicas, organizativas e institucionales y legales (de clara formulación schumpeteriana), es el que parece presentar menores dificultades de interpretación. El concepto de competitividad presenta dificultades significativas que deben por lo menos señalarse. Las presentes notas intentan mostrar las ambigüedades de este concepto y el contexto de su validez, y sugieren una definición operacional.

### Evolución del concepto de competitividad

Las ventajas en el comercio internacional que provienen predominantemente de las fuentes "tradicionales" (el *stock* factorial heredado y sus combinaciones) perdieron capacidad de generar, circular y capturar valor, en favor de las ventajas "creadas". Estas últimas son elaboradas a partir de innovaciones que se generalizan mediante combinaciones y recombinaciones variadas, que conducen a una nueva matriz económica y provocan toda suerte de repercusiones sociales, políticas y culturales. Lo relevante es que las ventajas "creadas" no sustituyen por completo a las anteriores; las someten a un reordenamiento en las inversiones, las

producciones, las gestiones y las demandas en el crecimiento y en el desarrollo.

En términos didácticos, se puede decir que las ventajas provenientes de las fuentes "tradicionales" fundamentan el concepto de competitividad en la teoría de las ventajas comparativas estáticas, y las provenientes de las fuentes "creadas" fundamentan el concepto de competitividad en la teoría de las ventajas competitivas (si bien a ésta le falta mayor consenso científico).

La actual competitividad, centralizada en ventajas capturadas o creadas por empresarios y/o gobiernos, es un proceso en el cual se procura mayor agregación de valor; constituye, asimismo, la fuente que proporciona la posibilidad de sacar más valor de los mercados. Lograr la actual competitividad requiere un sinnúmero de acciones y relaciones que no se limitan al desempeño de una firma o de una red de empresas en el mercado internacional; esto más bien sería un efecto visible de la competitividad, pues, en realidad, ella está asociada a cambios productivos, tecnológicos y organizacionales.

Estos aspectos permean toda la sociedad; dificultan poner límites precisos y jerárquicos e impiden trabajar con sencillez el concepto. Por esto, para aterrizar en el tema hay que construir un aeropuerto adecuado, con buena iluminación y buenas demarcaciones de las pistas, o sea, indicar la extensión y los límites del concepto. El concepto de competitividad *per se* no es nuevo; lo que ha cambiado es el contexto práctico y teórico en que se utiliza, y las fuentes que lo alimentan.

### **Extensión y límites del concepto de competitividad**

En la literatura consultada, en su mayoría preocupada con el fenómeno competitivo y sus manifestaciones, sobre todo con las mediciones, encontramos definiciones sencillas, pero a la vez complejas, que se fundamentan en enfoques sistémicos y holísticos.

La capacidad de un ramo, de una industria, de un segmento o de una cadena productiva para conquistar, mantener o incrementar su participación en los mercados internos o externos, o la capacidad de obtener

lucro con la exportación, son ejemplos de definiciones sencillas, pero altamente operacionales (Feenstra 1989; Helleiner 1989).

La complejidad aumenta cuando las definiciones agregan a lo anterior que la competitividad no es comercializar a cualquier precio, sino obtener un mejoramiento o, por lo menos, mantener el patrón de vida (Bourne 1989).

Otras definiciones son aún más complejas. Intentan transformar una definición sencilla en un concepto mediante la elaboración de una teoría. Por ejemplo: "Mi teoría empieza en las industrias y competidores individuales y llega hasta la economía como una totalidad (...). La teoría que se expone en este libro intenta capturar la gran complejidad y riqueza de la competición actual, más bien que abstraer. Intento aquí integrar los diversos elementos que inciden en el comportamiento de las compañías y en el crecimiento de las economías. El resultado es un enfoque holístico, cuyo nivel de complejidad podrá resultar un poco incómodo para algunas personas" (Porter 1990).

Para Porter, el único objetivo de un país es producir para elevar el nivel de vida de sus ciudadanos; por lo tanto, debe desarrollarse la capacidad de incrementar la productividad. Así se entrelazan productividad, eficiencia y competitividad con equidad.

Una publicación reciente del Banco Mundial hace una brevísima reseña de los intentos teóricos, aunque no asume ninguno en especial, pues considera el concepto de competitividad aún más complejo. La misma perspectiva de Porter es criticada por fijarse demasiado en el ámbito nacional; se dice que cada país debe encaminar su "*diamond of national advantage*" a la luz de su historia, cultura y valores, lo que minimiza el carácter de los impactos más universales y generales de los cambios tecnológicos e institucionales, y sus articulaciones (Haque 1991).

Esa crítica debe ser atenuada, pues Porter advierte ya en el inicio de su trabajo que buscar la explicación para la competitividad a nivel nacional es responder a la cuestión errada, y agrega: "Para que

encontremos respuestas, no debemos focalizar en la economía como una totalidad sino en industrias específicas y en segmentos industriales".

En resumen, ninguna definición sencilla será suficiente. En realidad la competitividad es un concepto multidimensional que involucra "la habilidad para exportar, el uso eficiente de los factores de producción y de los recursos naturales y el incremento de la productividad, que garantiza la mejora del nivel de vida de los países" (Haque 1991).

Al avanzar en el documento del Banco Mundial se nota que no hay límites al concepto. Al contrario, pasa a englobar otros no explicitados, pero sugeridos, por ejemplo: sostenibilidad y equidad. El concepto, entonces, alcanza extrema intensidad y requiere una teoría general.

Otro tipo de argumento es que la competitividad nacional no es sencillamente un fenómeno económico o impulsado por el mercado. La eficiencia pasiva (esto es, aceptar los precios con la expectativa de que la competitividad se adapte automáticamente) no es la experiencia de países como Corea, que han tenido un buen desempeño en la economía mundial. "Leyes, costumbres, lenguaje, hábitos en los negocios y otras peculiaridades nacionales desempeñan un papel importante en la determinación y en el comercio. Es necesaria una perspectiva amplia y globalizadora de la sociedad" (Haque 1991).

Si bien es cierto que no tenemos una Teoría General de la Sociedad y no sabemos si esto es posible hoy día, también parece cierto que con afirmaciones como éstas no se logra limitar el concepto de competitividad. Queda la impresión de que es una fuerza magnética que aglutina todo lo demás. Hasta se puede pensar así, pero son necesarios numerosos conceptos intermedios. Definir la competitividad según sus relaciones con otros conceptos tales como sostenibilidad y equidad permite, en principio, establecer *los límites* de la competitividad.

### **Competitividad, sostenibilidad y equidad: una problemática**

Aceptamos que los conceptos de sostenibilidad y equidad, así como también el de competitividad, no tienen, en los paradigmas de la economía, significados semejantes a los de otras ciencias sociales, y que

sus relaciones están lejos de ser unívocas. Su utilización en una red teórica está por elaborarse, en el sentido de ser aceptados por grupos influyentes en el campo de la investigación.

No obstante, tales conceptos (nociones, mejor dicho) y sus relaciones parecen expresar la nueva visión global que los grupos sociales, las élites y los gobiernos e investigadores tienen actualmente del desarrollo.

Todos desean el crecimiento económico, pero sin destruir el medio ambiente y sin incrementar la pobreza. Es importante el crecimiento que conduce al aumento de la productividad y de la eficiencia, mediante la incorporación de las innovaciones tecnológicas y organizacionales, y lleva además a la igualdad de oportunidades de los ciudadanos; todo eso dentro del marco de la nueva competitividad internacional.

Estamos, de hecho, en una situación intelectual y práctica, en la cual se inter cruzan teorías, hipótesis, preconceptos, valores y visualizaciones del futuro, y cambios continuos en la vida cotidiana; tal situación se puede denominar, desde el punto de vista de la investigación, una problemática. Su formulación es subyacente al proceso de conceptualización (Bruyne *et al.* 1967).

En tal sentido, definir la competitividad por su relaciones con la sostenibilidad y la equidad aún no es posible, pero como problemática permite someter a una interrogación sistemática diversos aspectos de la realidad, en especial si se refieren a la voluntad de conceptualizar el desarrollo.

La tentativa más desarrollada de este esfuerzo se encuentra en los trabajos de la CEPAL. La imagen triangular parece expresarla bien. El objetivo básico es el desarrollo; los vértices revelan las cualidades fundamentales del nuevo modelo de desarrollo: un desarrollo con equidad (CEPAL 1990), un desarrollo sostenible (CEPAL 1991) y un desarrollo competitivo (CEPAL 1990 y 1991).

Las publicaciones de CEPAL presentan abundante material empírico, junto con un análisis a fondo de los conceptos. Se trata de intentos brillantes de crear un marco de referencia que debería cumplir funciones

de una teoría *ad hoc*, un intento de llenar el vacío existente. Esos documentos reflejan la urgencia de disponer de un cuadro de referencia teórico e indican que, según la visión cepalina, "la década del aprendizaje doloroso" nos enseñó que la práctica, sumada a algunos principios evidentes tomados de la historia de los países desarrollados, hace posible construir una red que justifique nuestras acciones y nos indique el "buen" camino.

La intención es correcta y los documentos contienen propuestas imaginativas. Sin embargo, parece que la CEPAL descuidó el concepto de poder, que es un componente del concepto de competitividad que *no está explicitado* en los otros dos conceptos, que a su vez marcarían a aquel su límite.

Los conceptos de poder y de negociaciones están supuestos. Pero este supuesto da la impresión de que vivimos en un mundo de interdependencia internacional que, justamente por ser interdependiente, obliga a todos los países a cumplir con los principios de equidad y de sostenibilidad, en un mundo orientado hacia la competitividad.

Sin embargo, la interdependencia es jerarquizada, lo que exige que los conceptos incorporen esta cualidad central que denota la diferenciación. Y esta diferenciación se basa en la capacidad de controlar las fuentes de competitividad y ejercer el poder que radica en estas fuentes, en un contexto mundial regido por un poder estructural.

No se trata de politizar los estudios y las ideas de CEPAL, sino, más bien, de repensar la articulación de la trinidad conceptual y tomarla como una problemática y no como un marco de referencia teórico, si bien sí se la puede considerar como una prescripción ideológica para lograr el desarrollo (Müller 1992).

La problemática brinda un propósito a la investigación. Exige que el investigador busque el estatuto teórico de los elementos que la integran, lo que se puede expresar por medio de preguntas: ¿qué relación hay entre competitividad y sostenibilidad, por un lado, y crecimiento y desarrollo, por el otro? Al explicitar la relación deberá quedar clara la

determinación de los conceptos. Pero esto solamente es posible mediante una red explicativa.

Las relaciones indicadas en el triángulo representan un cuadro pre-teórico aunque muy rico y prometedor. La idea expresada en el documento del Banco Mundial ("una perspectiva amplia y globalizadora de la sociedad es necesaria") revela la máxima ambigüedad de conceptualizar la competitividad: la necesidad de tener una teoría transdisciplinaria y de completa comprensión, y la necesidad de operar con definiciones que, si bien son claras, siempre podrán tener significados distintos por sus distintas relaciones en determinado contexto. Así, la sentencia imperativa mencionada es una exhortación.

### Un intento de conceptualización

Desde el punto de vista operativo y de exigencias de la práctica, no hay razón para no trabajar con la definición de la *Canada's Task Force on Competitiveness in the Agri-Food Sector*. Para este grupo, competitividad es "la capacidad sostenida de lograr beneficios y mantener una participación en el mercado" (Martin *et al.* 1991). Esta definición sencilla suministra dos conceptos muy conocidos (lucro y participación en el mercado), con mensurabilidad cuantitativa inmediata. Si a eso añadimos otros elementos más, podemos decir que competitividad es la capacidad de una organización socioeconómica de conquistar, mantener y/o ampliar la participación en el mercado, de una manera lucrativa que permita su crecimiento.

Aquí conviene aclarar que, en términos abstractos, se puede entender la competitividad como uno de los procesos de la relación organizaciones/mercados. El determinante estructural de la relación es el lucro. Esta relación es el vínculo entre el resultado del proceso competitivo (el desempeño) y la estructura del mismo, las condiciones de producción y la distribución (la eficiencia).

El objetivo de las estrategias empresariales es el crecimiento de la organización socioeconómica, o sea la disposición de un conjunto de factores tecno-económicos, bajo el control de una autoridad en los mercados. Sin embargo, existen otros procesos que relacionan organiza-

ciones y mercados, con lo cual se complican mucho las formas y los mecanismos con que las organizaciones socioeconómicas alcanzan el desempeño con determinada eficiencia y, por lo tanto, su crecimiento. Esto también tiene un impacto en las formas y los mecanismos para lograr la competitividad.

Hay un sinnúmero de casos de ese tipo. Podemos citar, como ejemplos, el proteccionismo selectivo y temporal, los subsidios e incentivos fiscales, las medidas de protección del medio ambiente para fines de una explotación más controlada y la incorporación de determinados grupos sociales a segmentos productivos. Se trata de situaciones que requieren la participación de otro tipo de organizaciones e instituciones, dentro de las cuales tiene relevancia el Estado nacional. Pero, todos esos casos –desde la perspectiva de la relación organizaciones/mercados– no pueden negar el determinante estructural que es el lucro. No obstante, adquieren importancia como formas y mecanismos para obtenerlo. Con esto, queremos enfatizar tres cosas:

- i. No hay límites claros en la relación entre lo público y lo privado en lo que concierne a la competitividad, en términos de su complejidad.
- ii. La competitividad, en cuanto concepto que expresa un movimiento tecno-económico y socio-político-cultural, es algo complejo.
- iii. A partir de la toma de conciencia de esto, se puede operacionalizar el concepto, que es una acción reductora, simplificadora, del significado de competitividad, para atender a las exigencias de la práctica.

La ambigüedad del término competitividad quizás se puede exponer con cierta claridad si se mantiene la distinción entre crecimiento y desarrollo. Son términos y distinciones conocidos. Entre ellos hay ambigüedades que sólo se pueden solucionar por medio de esfuerzos transdisciplinarios. Para ello se necesita un conjunto de conceptos que conectan crecimiento y desarrollo.

Hay que notar que la ambigüedad aludida tiene, por lo menos, tres fuentes que la alimentan. Una, teórica: aunque el modelo tradicional presenta varias definiciones, no se dispone de un nuevo modelo capaz de proporcionar una alternativa coherente, satisfactoria y aceptada por una mayoría influyente; otra, práctica: los esquemas proteccionistas se mantienen como hechos prácticos, mediante los cuales todos los países tratan de alcanzar los objetivos nacionales; por último, el rol del Estado: no está claro cuál es el papel que desempeña el Estado en el crecimiento y el desarrollo, no sólo como orientador del marco macroeconómico, sino también como proveedor de apoyo al progreso técnico y al comercio internacional, sobre todo para los países en desarrollo (Haque 1991).

Dada esa situación, la tendencia predominante para conceptualizar la competitividad –impulsada por la perspectiva operacional– es algo más convencional, como lo define la *Canada's Task Force on Competitiveness*. Pero cuando se indaga acerca de cómo se logra "la capacidad sostenida de lograr beneficios y mantener una participación en el mercado", que nos remite a las fuentes de esta capacidad y al contexto del mercado, la definición presenta una sencilla delimitación de los resultados de un proceso. A nosotros nos interesa la competitividad como proceso, y esto es lo que el concepto debe expresar.

Por lo tanto, si la competitividad es la capacidad de conquistar, mantener y/o ampliar la participación en el mercado, debemos indagar acerca del contexto en que ocurre esta capacidad y, además, acerca de las fuentes de esa capacidad.

### **El contexto de la competitividad**

Con todos los beneficios que proporcionó durante las décadas de los sesenta y de los setenta, el contexto competitivo generó un sinnúmero de reglas, acuerdos, cuotas, aranceles y preferencias comerciales que buscaban defender la producción nacional y, por medio de las exportaciones, el crecimiento, con diferenciación de productos e insumos del mercado interno.

La estructura de seguridad internacional y el patrón tecnológico predominante, junto con el financiamiento público internacional, favore-

cieron la permanencia y la ampliación de ese entorno. La competitividad se definió como la capacidad de exportar para obtener divisas, para promover la industrialización nacional.

La diferenciación productiva en todos los países de la Región latinoamericana demuestra que ocurrieron transformaciones productivas muy significativas, heterogéneas y combinadas pero orientadas a la conquista del patrón competitivo imperante, centrado en lo que Servan-Schreiber llamó "le défi américain" ("el desafío americano").

El contexto cambió a partir de los setenta, y más aún en los ochenta, cuando hubo una polarización de los excedentes económico-financieros, sobre todo por parte de los japoneses y los alemanes. El "défi américain" es ensombrecido con el "défi allemand" y el "défi japonais", y más adelante el desafío de los países europeos, hasta llegar al avance de los "tigres asiáticos".

Los países de ALC todavía operaban con el comercio "de una sola vía": no consideraban las importaciones tan relevantes como las exportaciones, y, por lo tanto, no veían el comercio internacional como un *locus* dinámico de la división tecno-económica y organizacional del trabajo mundial. Hacer un cambio hoy no es simplemente alterar las estrategias comerciales o de mercado, sino las mercancías mismas.

El cambio fue en la forma de producir, lo cual alteró la matriz económica de cómo, cuánto y también dónde producir, cambiando la curva de las posibilidades de producción. Los procesos y la diferenciación de productos se convirtieron en una manera distinta de conquistar, sostener y ampliar la participación en los diversos mercados. Cabe enfatizar que estos cambios no se reducen a la tecnología ni a la economía: "Juntamente con los modos de producir, cambiar los modos de vivir y la cultura misma" (Labini 1989).

El contexto tiende a ser de una mayor y más compleja inserción internacional de los países, lo que involucra plantas, empresas, cadenas o algunos de sus segmentos, o sectores económicos en su totalidad.

El nuevo contexto de la competitividad no significa que el comercio internacional sea el resultado sencillo de las llamadas fuerzas del mercado, de las relaciones entre la oferta y la demanda. De hecho es –y siempre lo fue– el resultado de una compleja y entrelazada red de negociaciones, en parte económica y en parte política. "Estas negociaciones incluyen el interés de los Estados por su seguridad, junto con su interés comercial. Ellas incluyen el acceso desigual de los socios comerciales a las fuentes de financiamiento y a la tecnología. También incluyen negociaciones de políticas internas en relación con la garantía de mercados nacionales a decisiones corporativas sobre acceso a la seguridad y a las fuentes lucrativas de insumos. En ese escenario de relaciones sobre las negociaciones, no hay manera de separar lo económico de lo político" (Strange 1988).

Conceptos como *poder o control y negociación* son indispensables para una comprensión más correcta y realista de la competitividad, tan relevantes como el de transformaciones productivas para lograr la competitividad. Creo que esto queda claro en la práctica, principalmente en relación con aquellos productos de baja elasticidad-ingreso de la demanda y, aún más claro, con las actividades económicas de poca o ninguna innovación del producto.

### Las fuentes de competitividad

Las fuentes del poder de negociación –producción, conocimiento, financiamiento y seguridad– también cambiaron (Fig. 1). La explotación intensiva y masiva de los recursos naturales y sociales, el "enmascaramiento" de los costos mediante subsidios, incentivos, exoneraciones –en una palabra, el fondo público– se limitan cada vez más debido a los cambios ocurridos en las fuentes de la competitividad, al mismo tiempo que revelan los límites del patrón anterior de crecimiento y desarrollo.

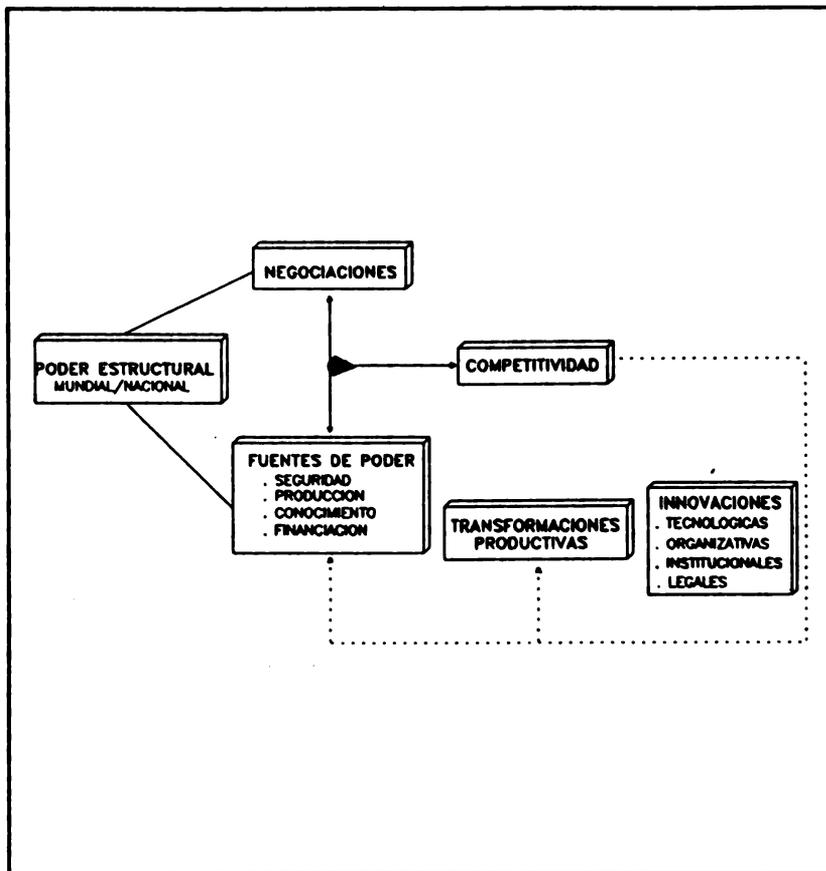


Fig. 1. Articulación conceptual genérica de la determinación de la competitividad y sus relaciones con las transformaciones productivas

En éste predominaba una eficiencia nacional pasiva: los precios internacionales se tomaban como señales que se seguían automáticamente en las esferas productiva, comercial y de servicios; pero, las innovaciones tecnológicas, junto con las innovaciones organizativas e institucional-legales crearon nuevas fuentes de competitividad. Cambia-

ron las fuentes de poder y, por lo tanto, la correlación de fuerzas en las negociaciones clave.

La práctica de varios países que se tornaron competitivos reveló que tanto el contexto como las fuentes de la competitividad internacional cambiaron radicalmente, lo que colocó en jaque el funcionamiento del comercio vigente y también las correspondientes elaboraciones teóricas; por fuerza cambió el significado del concepto de competitividad.

Ya no se puede entender sólo como un resultado, un efecto del poder estructural vigente y de su capacidad de negociación, sino también como un *objetivo* a ser logrado. Esto requiere una intervención enérgica de las voluntades individuales y colectivas, empresariales y gubernamentales, las cuales se expresarán en nuevas estrategias y nuevas políticas.

Considerar la competitividad como una capacidad establece la posibilidad de que una organización socioeconómica conquiste la participación de mercado, lo cual permite crecer. La conquista implica la inserción dinámica en el mercado internacional; esto es, una adaptación innovadora de la participación en las negociaciones clave, lo que requiere un cambio en las fuentes de poder, tales como la productiva, la tecnológica y la crediticia.

Vista desde una perspectiva de mediano plazo, la referida capacidad es una función de las transformaciones productivas que la organización socioeconómica puede realizar, pues se trata de los elementos protagónicos que permiten la adaptación al nuevo contexto competitivo. Por transformaciones productivas se entiende el conjunto de innovaciones tecnológicas, organizativas e institucionales-legales, las cuales raramente ocurren juntas (Labini 1989).

Hay un descompás persistente entre estas innovaciones, lo que la caracteriza como un proceso desigual y combinado, que es lo que fundamenta la *permeabilidad* en el control de las fuentes de la competitividad, por donde pueden ingresar los concurrentes. De ahí la idea de *competitividad parciales*, de capacidades competitivas segmentadas, en que un participante no puede controlar a todos los demás y a todos los proce-

sos. Lo que se expresa mediante la idea actual de tener mercados más competitivos.

En este contexto, hablar de equilibrio es una abstracción inútil. Como recuerda Porter: "Como Joseph Schumpeter reconoció hace muchas décadas, sin embargo, no existe «equilibrio» en la competencia. La competencia es un escenario constantemente cambiante en el cual surgen nuevos productos, nuevas formas de mercadeo, nuevos procesos de producción y nuevos segmentos completos de mercado."

### Hacia una conceptualización operacional

En forma resumida, veamos los conceptos básicos que jalonan la noción de competitividad.

*Poder estructural* es el poder que moldea y determina las estructuras de política económica global en la cual otros Estados, sus instituciones políticas, sus empresas económicas, sus científicos y demás personal profesional deben operar. Este poder se distingue del *poder relacional*, como lo describen los autores realistas de relaciones internacionales: "Es el poder de A para lograr que B haga algo que de otra manera no haría. En 1940 el poder relacional alemán logró que los suecos permitieran a las tropas alemanas pasar a través de su territorio «neutral». El poder relacional de Estados Unidos sobre Panamá dictó los términos para el funcionamiento del Canal de Panamá. El poder estructural, por otra parte, es el poder de conformar y determinar dentro de otros Estados. las estructuras de la economía política global, sus instituciones políticas, sus empresas económicas y (no menos importante) sus científicos y otros profesionales" (Strange 1988).

Las cuatro fuentes del poder estructural son las mismas y valen tanto para pequeños grupos humanos, como la familia o una remota comunidad, como para el mundo. Las fuentes son: *el control sobre la seguridad, el control sobre la producción, el control sobre el crédito y el control sobre conocimientos, creencias e ideas.*

La imagen que expresa estas fuentes del poder estructural es la de una pirámide triangular o un tetraedro. Cada una de las cuatro faces

toca a las demás; cada faz representa una de las cuatro estructuras por medio de las cuales es ejercido el poder en una relación particular. Ninguna faz es necesariamente más importante que las otras tres. Cada una es sostenida y conectada a las otras.

Pero empezar con las estructuras de poder es solamente una parte del camino. Para proceder al análisis de una situación particular hay que examinar las *negociaciones clave* y entonces decidir cual deberá (y probablemente cual no deberá) ser susceptible al cambio, implicando la alteración de todas las cosas o algunas de ellas. En tal sentido, la competitividad puede ser considerada como el resultado de un conjunto de negociaciones, cada una sustentada por una fuente de poder o por combinaciones variadas de fuentes.

¿Qué se entiende por *transformaciones productivas*? "Desde el punto de vista del desarrollo económico complejo, se debe considerar no solamente las innovaciones tecnológicas, sino también aquellas organizativas, dentro de las cuales están las innovaciones en los métodos de gestión; raramente, los tres tipos de innovación están juntos". (Labini 1989). Por otro lado, el concepto de *negociaciones* podría ser entendido como un conjunto de fuerzas, o combinaciones de ellas, que participan en el control de las transformaciones productivas y que incentivan o bloquean otras fuerzas, teniendo en cuenta la competitividad.

En ese sentido, ésta es un efecto de las negociaciones; en otro sentido, la competitividad puede, como fuente de fuerza, reforzar esta o permitir que las fuerzas de negociación se diversifiquen, permitiendo incluso la emergencia de otras fuerzas nuevas. Si se considera el poder estructural mundial/nacional, con sus fuentes principales (producción, conocimiento, financiación y seguridad) y su manifestación en las redes de negociación (Strange 1988), la competitividad se presenta como un efecto estructural algo similar al comercio internacional.

Pero, considerando los *feedbacks*, a partir de la competitividad existente se pueden tomar sus conexiones con las fuentes del poder estructural y las negociaciones. En esta circularidad queremos destacar el rol de las transformaciones productivas como un conjunto de innovaciones más inmediatamente asociadas a la renovación y al fortalecimiento

de las fuentes de poder y de las negociaciones. "En este proceso, las innovaciones desempeñan un papel fundamental, pero constituyen la «causa»: se trata de un proceso –éste es un punto muy importante– en el cual todos los elementos interactúan de manera incesante." (Labini 1989). Por lo tanto, la competitividad es *la capacidad de mantener y de ampliar* la participación lucrativa en el mercado, fundada en una determinada composición de las estructuras de poder expresadas en la participación en las negociaciones clave y apoyada por una estructura de producción, de organización, de instituciones y leyes que alimentan a mediano plazo la capacidad competitiva.

Pero la competitividad es algo más. Es *la capacidad de conquistar* una participación lucrativa en el mercado, a partir de nuevas estrategias empresariales y nuevas políticas gubernamentales, mediante transformaciones productivas continuas, que aprovechan las permeabilidades existentes en las estructuras de poder y crean condiciones de participación en las negociaciones clave, conformando un circuito acumulativo de crecimiento. Cabe mencionar que la reiteración del crecimiento podría conducir al desarrollo con equidad y sostenibilidad, si se incorporan otras condiciones. Pero ellas deberán ser explícitas, tanto en las estructuras de poder, como en las negociaciones.

Hoy se toma como *principio* que el crecimiento sostenible con equidad se ha convertido en una condición necesaria para conquistar, mantener y ampliar la competitividad, pero es preciso elaborar esto conceptualmente. Una manera alternativa de representar las ideas de la Fig. 1 se encuentra en la Fig. 2. La hipótesis implícita en ambas figuras es que, para una empresa o un ramo de una cadena productiva, lograr la competitividad contemporánea requiere, obligatoriamente, la transformación de parte de la base productiva nacional, lo que implica nuevas estrategias y nuevas políticas económicas.

Ahora bien, hay que advertir que la competitividad contemporánea se define por la capacidad de transformar la base productiva, por la capacidad de generar nuevos procesos y productos, nuevas formas gerenciales y nuevas instituciones. En ese sentido, decir que para lograr la competitividad se requieren transformaciones productivas es una

redundancia, lo que implicaría que se tratara de un postulado y no de una hipótesis.

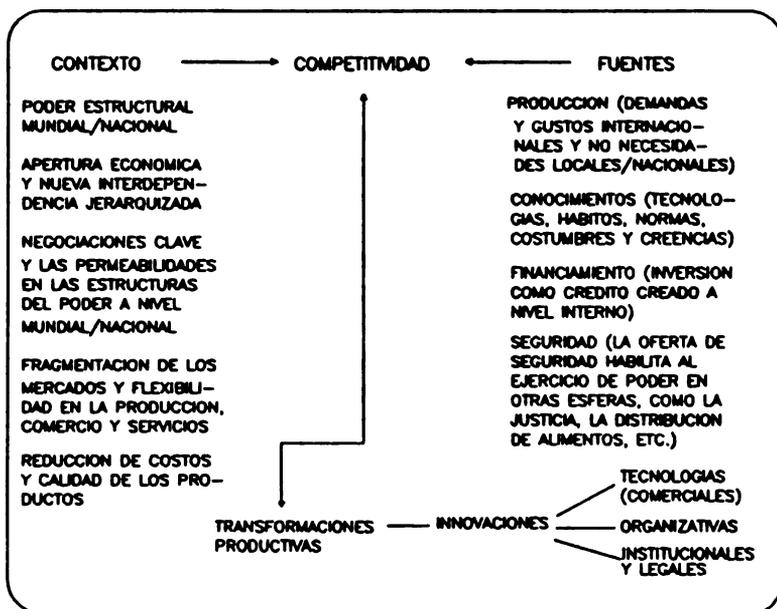


Fig. 2. Elementos genéricos para la determinación de las relaciones entre competitividad y transformaciones productivas

En realidad, para países como los de ALC se trata de una hipótesis, porque ellos no disponen de ventajas competitivas semejantes a los países desarrollados. Hay que agregar, además, que las transformaciones productivas, como las aquí definidas, son continuas y desbalanceadas,

lo que implica que aquellos países que representan la competitividad contemporánea pueden perder esa posición. En términos generales, se puede afirmar que la competitividad es un proceso formado por diversas y complejas relaciones de encadenamiento de tipo tecnológico, productivo, financiero, comercial, político y socio-cultural, lo cual requiere un trabajo interdisciplinario, quizás transdisciplinario.

Dada la complejidad de la formulación anterior y tomando en consideración lo que se indicó, con respecto a la ambigüedad del concepto, y considerando además los aspectos del contexto y las fuentes de la competitividad, podemos aceptar, con *finés operacionales*, la definición inicial del término: *competitividad es la capacidad de una organización socioeconómica de conquistar, mantener y ampliar la participación de mercado, de un manera lucrativa y que permita su crecimiento*. Por último, cabe enfatizar que ésta es una manera entre varias de aproximarse a la comprensión de la competitividad contemporánea. En efecto, "la evaluación de la competitividad requiere que trascendamos los límites de la teoría tradicional de comercio para lograr la determinación del patrón actual de comercio y de cómo éste es influenciado por la estrategia de la firma y por la intervención del gobierno" (Abbott y Bredahl 1992). Nuestra sugerencia es una forma de trascender, así como de determinar la noción de competitividad.

## ASPECTOS METODOLOGICOS

En la sección anterior se plantearon los significados de los conceptos básicos involucrados en el tema de las transformaciones productivas y competitividad, sus relaciones generales y el contexto de su validez. Se trata ahora de exponer cómo se puede manejar esto de una manera coherente, tomando en consideración las exigencias mínimas de verificación. Para atender a las exigencias de la práctica –capturar y explicar la realidad– es indispensable simplificar la complejidad de los significados conceptuales. En ese sentido, entendemos por aspectos operacionales:

- i. Indicar el problema específico y las etapas básicas de su estudio.
- ii. Indicar los factores que afectan la competitividad y los indicadores del proceso competitivo.

- iii. La cadena productiva como un nivel de agregación de la matriz económica privilegiada por nosotros, que tiene en las relaciones organizaciones/mercados su unidad analítica.
- iv. Un esquema para el análisis producto-cadena.

En relación con estos puntos, los aspectos conceptuales funcionan como un armazón que deberá suministrar los elementos para la explicación del proceso competitivo.

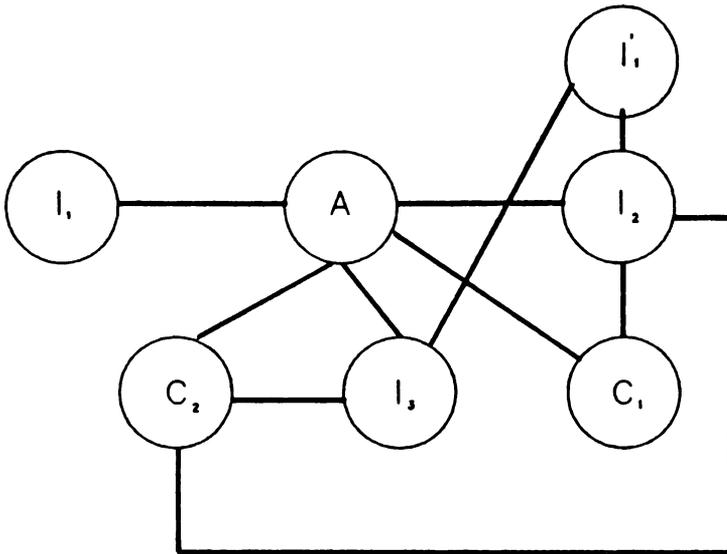
### Problema y etapas específicas

El problema específico asociado a las transformaciones productivas y competitividad es determinar cómo los países de ALC podrán lograr la participación dinámica en el nuevo patrón competitivo internacional en sus productos agrarios y agroindustriales. El complejo agrario-agroindustrial (CAA) es una manera de agregar las *actividades*, a partir de la matriz económica. Los sectores, segmentos y ramas de la economía nacional que integran un complejo específico como el CAA, son aquellos revelados en la matriz insumo-producto. Aquí adoptamos esta noción de complejo agrario-agroindustrial para indicar el campo empírico donde se ubican las actividades que institucionalmente interesan al IICA (Fig. 3).

El CAA es indicativo de los encadenamientos intersectoriales: los sectores, segmentos y ramas que se interconectan en el CAA pueden pertenecer a otros complejos industriales; eso, aún sin eliminar el sector agrícola, lleva al CAA a nuevos contornos. Las fronteras entre lo agroalimentario, por ejemplo, y otras ramas industriales, se están debilitando; los agentes que intervienen en estas actividades tampoco pueden ser identificados exclusivamente como agentes agroalimentarios.

Por eso la agregación pertinente a un problema específico depende de la identificación cuidadosa de los vínculos hacia atrás y hacia adelante del producto o productos agrarios o agroindustriales y de los objetivos específicos del estudio.

Hay que aclarar lo siguiente: la utilización de la noción de CAA como un enfoque de análisis es, de modo creciente, objeto de numerosas críticas, por sus "inegables virtudes, pero también por sus no menos importantes defectos" (Salles Filho y Silveira 1991).



$I_1$  Industria para la agricultura

$I^3$  Agroindustria para la industria

$I'_1$  Industria para la agroindustria

$C^1$  Comercio nacional

$A$  Actividades agrarias

$C^2$  Comercio internacional

$I_2$  Agroindustria alimentaria

Fig. 3. El Complejo Agrario Agroindustrial

La crítica más contundente es la de que este enfoque es excesivamente genérico en lo que respecta a la dinámica agrícola y agroindustrial y, por lo tanto, no es capaz de explicar las especificidades del proceso innovativo en cada trayectoria y subtrayectoria tecnológica recorrida por la agricultura y por los sectores industriales ligados a ella.

Creemos que tomar al CAA como un mapa que posibilita ubicar actividades económicas que poseen algunas características semejantes, permite hacer una aproximación general al objeto de estudio, que son las organizaciones socioeconómicas y los mercados en los segmentos (industrias o sectores) de las cadenas productivas. A partir de ahí, podríamos indicar cinco etapas básicas:

- ▶ Conocer la estructura tecno-económico-financiera de productos agrarios y agroindustriales seleccionados, con el propósito de analizar y evaluar las dificultades para competir.
- ▶ Conocer las fuerzas y estructuras tecno-económicas y socio-políticas que componen una red de negociaciones, asociadas a la producción de productos agrarios y agroindustriales seleccionados, con el propósito de analizar las dificultades para competir.
- ▶ Conocer el aparato institucional-legal que elabora y tiende a implementar políticas económicas que afectan directamente la producción agraria y agroindustrial, con el propósito de indicar su posible excesiva generalidad y no pertinencia para las dificultades diagnosticadas.
- ▶ Evaluar la capacidad potencial de los productos agrarios y agroindustriales para competir en los mercados externos, con énfasis en la organización tecno-gerencial-institucional del núcleo productivo.
- ▶ Indicar las incongruencias y fallas de las políticas económicas frente a las dificultades tecno-productivas-institucionales diagnosticadas, y frente a las exigencias para lograr la competitividad.

El énfasis en las políticas económicas no debe llevar a la suposición de que el gobierno cumple el papel protagónico y el sector empresarial

un rol secundario. Como ya fue indicado, las interacciones entre los sectores público y privado son más intensas y numerosas de lo que se cree, y no se puede decir que éste o aquel desempeña el papel principal. Tal vez sea más correcto hablar de factores que afecten a la competitividad y cuya responsabilidad está más próxima de este o de aquel sector. Para ayudar en la identificación más detallada del problema específico es necesario desagregar el CAA en cadenas productivas. Veamos qué factores afectan la competitividad según las responsabilidades presumidas, y cuáles son los indicadores que permiten aproximarse a este proceso.

### Indicadores, características y factores de la competitividad

A partir de los indicadores de lucro y participación en el mercado (A), se pueden caracterizar las condiciones y la estructura de oferta, así como las condiciones de la demanda de los productos agrarios y/o agroindustriales que presentan el desempeño indicado (B) y formular algunas ideas de cómo ciertos factores afectan aquellas características (C). Lo que sigue es, parcialmente, una adaptación de lo propuesto por Martin *et al.* (1991).

A. Indicadores de lucro: valor determinado con relación a dólares en ventas, al número de empleados, al costo de la mano de obra, al número de plantas o empresas.

Participación en el mercado: participación de las exportaciones en el PIB y en las exportaciones mundiales; lo mismo con respecto a las importaciones y a la balanza comercial neta. También se pueden tomar los tres índices con que operó Guerrieri (1990) en su trabajo sobre la competitividad internacional: el índice de contribución de cada sector en el saldo comercial, el índice de la posición competitiva relativa de un país en los distintos sectores y el índice de ventajas comparativas reveladas. Lo importante es tener en cuenta que se trata de indicadores de desempeño, indicadores *ex post*, que pueden funcionar como *proxies* de la competitividad, algo más complejo; por ejemplo, que consideren las características y otros factores que afecten la competitividad. Ello no impide que se puedan lograr interesantes análisis descriptivo-comparativos de la competitividad, en

términos, por ejemplo, de la especialización industrial sectorial (Fichet 1991). La Matriz Competitiva del CAN (*Competitive Analysis of Nations*) de la CEPAL, trabaja igualmente con las variables del comercio internacional.

**B. Características:** producto, costos, organización de la producción y distribución, tecnología, productividad; estructura de la industria (rama, sector o segmento de actividad); encadenamientos hacia adelante y hacia atrás; estructura de la demanda.

**C. Factores que afectan a la competitividad:**

<b>Controlables por la empresa</b>	<b>Controlables por el gobierno</b>	<b>Diffícilmente controlables</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia</li> <li>• Productos</li> <li>• Tecnología</li> <li>• Capacitación</li> <li>• Investigación y desarrollo</li> <li>• Costos</li> <li>• Encadenamientos</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entorno económico</li> <li>• Tasa de cambio y de interés</li> <li>• Impuestos</li> <li>• Salario base</li> <li>• Política comercial</li> <li>• Aranceles</li> <li>• Cuota</li> <li>• Acuerdos</li> <li>• Política de investigación y desarrollo</li> <li>• Política de educación y capacitación</li> <li>• Regulaciones</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precios internacionales</li> <li>• Condiciones de la demanda</li> <li>• Impactos que afectan la equidad</li> <li>• Impactos que afectan el ambiente</li> </ul>

El modo como un producto o un insumo determinado o las condiciones de la demanda se relacionan con la estrategia de las empresas, la tasa de interés y la tasa de cambio, por ejemplo, es una cuestión de análisis. Las categorías analíticas que explican estas relaciones proveen las teorías económicas, sociológicas y políticas. Esto permite evaluar la competitividad. Hay que prestar atención al hecho de que no se dispone

de una sola teoría para el estudio y evaluación de complejos industriales y de cadenas productivas.

Como señala Haguenaer (1990): "A pesar de la referencia obligatoria en la literatura reciente sobre política industrial, análisis del desempeño y perspectivas de la industria, la noción de competitividad resulta de las bases teóricas, percepciones de la dinámica industrial y hasta de la ideologías diversas que tienen implicaciones sobre la evaluación de la industria y sobre las propuestas de política que se formulan".

Como ejemplo de otra manera de examinar la mensurabilidad del proceso competitivo, podremos presentar un resumen de la propuesta de Bourne (1989).

"La competitividad puede ser medida por:

- i. Las variables de desempeño en el mercado.
- ii. Los costos de producción y precios de los productos.
- iii. Tecnología.
- iv. La capacidad de distribución."

En (i) se incluye el crecimiento de las exportaciones, la participación en el mercado y la rentabilidad; en (ii), la productividad relativa y los costos relativos de los factores empleados; en (iii), las innovaciones en productos, en procesos y en las organizaciones, más el diseño, la calidad, la flexibilidad y los precios, junto con el desarrollo tecnológico, y en (iv), lo que se convino en llamar logística comercial internacional: "el sistema que integra las funciones de producción, comercialización y distribución física para la gestión estratégica del abastecimiento, movimiento y almacenamiento del inventario de insumos y productos terminados con el flujo de información requerida en una operación de comercio internacional." (UNCTAD 1991).

Los indicadores funcionarían como aproximaciones de la medición del proceso de competitividad. Lo más relevante es la elaboración de

tipologías como expresiones intermediarias entre el concepto complejo y la realidad multivalente. Hay que recordar que las tipologías son integraciones de series discretas en un orden continuo, y que ellas "contribuyen a la edificación de un cuadro conceptual ampliamente descriptivo que tiene, en el máximo, un poder de generalización empírico"; las tipologías son estructuras conceptuales analíticas que no pueden ser directamente conectadas a una teoría (Bruyne *et al.* 1967).

La sugerencia de elaborar tipologías, como un recurso metodológico privilegiado, se fundamenta en la valorización de *caracterizar* las fuentes y el contexto de la competitividad, en su complejidad práctica.

### La cadena productiva

Se podrá obtener mayor precisión con la utilización del concepto descriptivo de cadena productiva. Trabajar la competitividad al nivel de un país implica un nivel de abstracción sin ningún sentido operativo para nosotros, dirigido a conocer la estructura y la dinámica de las actividades específicas y de los agentes involucrados.

Si consideramos la interdependencia sectorial de las actividades económicas, entonces es indispensable, para una operación eficiente de cualesquiera de ellas –sea industrial, comercial, agraria, de servicios– examinar el desempeño con los sectores co-participantes del mismo complejo industrial (suplidores, clientes) y, además, de todo el campo industrial (infraestructura, etc). En las articulaciones intersectoriales o cadenas, podemos encontrar segmentos o ramas altamente eficientes y otras ineficientes, lo que exigirá políticas y estrategias diferentes. Esas diferencias pueden ser más fácilmente capturadas mediante la utilización de las cadenas de productos y sus redes de comercialización.

Las cadenas productivas pueden ser entendidas como articulaciones entre organizaciones socioeconómicas y mercados. Los principios de segmentación de los mercados y de fragmentación social están en la base de las nuevas configuraciones. Se podría decir que la especialización flexible, que sustituye al modelo convencional de producción masiva, y la emergencia de las más diversas formas de grupos sociales, que rompen con la hegemonía de las clases sociales, inducen a consi-

derar estas unidades articuladas indicadas por las interdependencias sectoriales.

La utilización del concepto operacional de secuencias productivas, por ejemplo para llamar la atención a las vinculaciones *hacia adelante* del producto agroindustrial, permite identificar que las actividades de distribución, mercadotecnia y publicidad son más valorativas que otras, localizadas *hacia atrás* del producto agroindustrial. Este aspecto se presenta más interesante aún si se mira desde el punto de vista de la tendencia hacia la aparición de un sistema global de manufactura.

"En el actual sistema global de manufacturas, la producción de un sólo producto abarca normalmente varios países; cada uno de ellos desarrolla una función en la cual posee ventajas de costo. Ello se aplica tanto para manufacturas tradicionales (p. ej. prendas de vestir y calzado) como para productos modernos (p. ej. automóviles y computadores).

Resulta útil emplear el concepto de cadenas de productos para el análisis de las implicaciones que tiene esta globalización de la producción para una serie determinada de países como son los NIC del Sudeste Asiático y de América Latina" (Gereffi 1989). Para Gereffi, que hizo estudios comparativos entre países asiáticos y latinoamericanos a la luz de los nuevos desafíos de la industrialización, "es muy importante incluir los vínculos tanto hacia adelante como hacia atrás desde la etapa de producción de la cadena de productos. Así, la mayoría de las cadenas de productos se componen de cuatro segmentos principales: (1) suministro de materia prima, (2) producción, (3) exportación y (4) comercialización y venta al detalle".

Esta agregación, comparada con la indicada en la primera sección de este Capítulo, considera las relaciones entre  $A-I_2-I_3-C_1-C_2$ . Gereffi no consideró  $I_1$  porque su punto de partida de las cadenas fue la agroindustria (calzados). Pero, si uno quiere analizar el modo de producir en el agro, ciertamente deberá considerar el suministro de insumos. Por otra parte, si se quieren profundizar las condiciones de suministro de máquinas y de servicios de asistencia técnica a la agroindustria, ciertamente deberá considerar  $I'_1$ .

Otro aspecto relevante en los estudios de las cadenas productivas, es el de la distribución del excedente global: "la extensión de las cadenas de productos más allá de la producción con el fin de incluir el flujo de productos hasta el consumidor final es básico para que podamos detectar en dónde se concentra el excedente económico en la industria global" (Gereffi 1989).

La preocupación aquí no es tanto medir con gran cuidado la magnitud del excedente global de la cadena, y su distribución en los diversos segmentos, ramas y empresas, sino señalar las mayores concentraciones del valor agregado global. Con esto, se puede llegar a conclusiones como la siguiente: "Si los países en la semiperiferia desean ascender en la economía mundial, deberán encontrar nuevas maneras de acercarse a la etapa final más rentable de las cadenas de productos. Esto requiere un cambio básico desde la fabricación en la semiperiferia a la comercialización en el centro, tarea desalentadora que exigirá que los nuevos países industrializados adopten nuevos patrones de inversión en el área de investigación y desarrollo, en publicidad y distribución al detalle" (Gereffi 1989). O conclusiones como esta: "Los países más exitosos en la exportación de calzado son aquellos que han logrado integrar el conjunto de la secuencia productiva" (Gereffi 1989).

Conclusiones como éstas permiten a los tomadores de decisiones pensar en el papel de la producción agraria y agroindustrial; pensar en el rol de la industria para la agricultura; en el papel de una política de producción agraria sostenible frente a la competitividad; en el papel de una política hacia la equidad en un contexto de concentración de los excedentes en las cadenas productivas; en la necesidad de elaborar e implementar políticas económicas y estrategias empresariales selectivas y realistas en un mercado nacional-internacional competitivo.

### El análisis producto-cadena

De la misma manera que se pueden considerar varios recortes o niveles de agregación para el estudio de la competitividad –como la cadena bosque/celulosa, el segmento productor de máquinas para la agroindustria, o la planta agraria productora de bosques– también se puede elaborar una serie de sugerencias para un análisis de la compe-

tividad. Lo que sigue indica algo sobre los elementos involucrados en la esfera productiva y comercial de un producto agrario.

### **Una aproximación inicial a la competitividad**

- a. Estructura y cambios en la oferta y demanda y en los precios del producto agrario en el mercado internacional según los principales países o bloques de países.
- b. Balanza comercial mundial en los países y bloques de países: la participación en el mercado internacional; la balanza de productos (agrarios y agroindustriales) y la balanza de los insumos para las actividades agrarias deben tratarse de manera independiente.
- c. Influencias del comercio internacional en el producto agrario: ciclo técnico y económico, tasa de cambio y balanza comercial; importancia para la economía nacional.
- d. Una primera aproximación a la competitividad mediante la construcción de un pequeño conjunto de "indicadores-*proxy*", como por ejemplo productividad, *market-share* y saldos de las balanzas de productos y de insumos.

### **La organización nacional producto-cadena: las estructuras de mercado**

- a. La organización agraria del producto: región, clima, suelo, tecnologías, organización de las plantas y empresas, mecanismos de financiación e instituciones y leyes.
- b. La oferta de bienes y de servicios para las actividades agrarias.
- c. La primera circulación del producto agrario: por mayor y agroindustria (o exportación).
- d. La organización industrial de los compradores de insumos agrarios: las agroindustrias alimenticias y las agroindustrias productoras de insumos para otras industrias.

- e. La oferta de bienes y de servicios para las agroindustrias.
- f. La segunda circulación del producto agrario (ahora sobre la forma agroindustrial): por menor y consumo nacional e internacional.

**Observación:** en cada uno de los segmentos de la cadena deberán examinarse los costos, los precios, los márgenes y, principalmente, las estrategias empresariales y las políticas económicas.

#### **Análisis y evaluación de la competitividad**

- a. Los elementos de los apartados anteriores deben relacionarse ahora con el esquema general de referencia, sus conceptos básicos y las relaciones, según lo que se ha visto a finales de la segunda sección y en el segundo acápite de la presente, respetando siempre el nivel de agregación a que se refiere el análisis y la evaluación. En estos términos, con las informaciones en mano, hay que examinar el *contexto* internacional en que compete el producto, las *fuentes* de esa competencia, las negociaciones clave existentes y, si es el caso, las permeabilidades que existen en las negociaciones.
- b. La evaluación deberá contar con hipótesis específicas previas, llamadas hipótesis de investigación, que son diferentes de la hipótesis de trabajo; deberán incluirse expectativas singulares, sea del mundo empresarial involucrado o de políticas específicas. La evaluación implica considerar el futuro inmediato y de mediano plazo, junto con las condiciones específicas sobre el éxito o fracaso del producto-cadena, para alcanzar la competitividad esperada.

**BIBLIOGRAFIA**

- ABBOTT, P. A.; BREEDAHL, M. 1992. Competitiveness: definitions, useful concepts and issues. Symposium on Competitiveness in International Food Markets, Annapolis, Maryland, agosto 7-8. 22 p.
- AVALOS GUTIERREZ, I. 1990. Biotecnología e industria. Un ensayo de interpretación teórica. IICA, Serie de Documentos de Programas No. 18. San José, C.R. 80 p.
- BRUYNE, P.; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE, M. 1967. Dinámica da pesquisa en ciencias sociais. Francisco Alves, (Ed.). Rio de Janeiro, Brasil. 251 p.
- BOURNE, C. 1989. International competitiveness. Conceptual framework. Lecture notes. CDB, Course on Trade and Incentives. Barbados. 6 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 1990. Transformación productiva con equidad. La tarea prioritaria de América Latina y el Caribe en los años noventa. (LC/G. 1601P). Chile. 185 p.
- \_\_\_\_\_. 1991. El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente. (LC/G. 1948). Chile. 146 p.
- FEENSTRA, R. (Ed). 1989. Trade policies for international competitiveness. The University of Chicago Press. 262 p.
- FICHET, G. 1991. Competitividad de la industria latinoamericana. Revista de la CEPAL, Santiago de Chile. Abril. 14 p.
- GEREFFI, G. 1989. Los nuevos desafíos de la industrialización. Observaciones sobre el Sudeste Asiático y Latinoamérica. Pensamiento Iberoamericano. Sociedad Estatal Quinto Centenario, Madrid, Julio. 29 p.

- GUERRIERI, P. 1990. Patrones de especialización comercial y competitividad internacional: el caso italiano. Pensamiento Iberoamericano. Sociedad Estatal Quinto Centenario. No. 17. 39 p.
- HAGUENAUER, L. 1990. Competitividad: Una reseña bibliográfica con énfasis en el caso brasileño. Pensamiento Iberoamericano. Sociedad Estatal Quinto Centenario. Madrid, Enero-julio. No. 17. 9 p.
- HAQUE, I. (Ed.). 1991. International competitiveness. Interaction of the public and private sectors. 1991. Collected papers from EDI policy seminar. Washington. The World Bank. 98 p.
- HELLEINER, G. 1989. Increasing international competitiveness: A conceptual framework. Lecture notes. CBD, Course on Trade and Incentives. Barbados. Mimeo. 20 p.
- LABINI, S. 1989. Nuove tecnologie e disoccupazione. Roma, Sagitari Laterza. 239 p.
- MARTIN, L.; WESTGREN, R.; VAN DUREN, E. 1991. Agribusiness competitiveness across national boundaries: American Journal of Agricultural Economics. Iowa State University. Vol. 73, (5). 8 p.
- MULLER, G. 1992. Competitividade e negociações no complexo agroindustrial brasileiro: Rascunho No. 20. Rfo Claro, São Paulo. 43 p.
- PORTER, M. 1990. The competitive advantage of nations. New York. The Free Press. 855 p.
- SALLES F. S.; SILVEIRA J. 1991. Relações Agricultura/Industria, Complexos Agroindustriais e a Dinâmica Concorrencial. XXIX Congresso de SOBER, Confimes, UNICAMP, 28/7-1/8. 31 p.
- STRANGE, S. 1988. States and markets. London, Pinter Publishers. 251 p.

---

UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo)/GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio). 1991. La red de los canales de comercialización, las cadenas de comercio y los corredores de comercio internacional en la logística comercial internacional. Mimeo. 27 p.



# **MARCO METODOLOGICO PARA EL ANALISIS DE LA COMPETITIVIDAD TECNOLOGICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO**

**Eduardo Doryan Garrón  
y Ana Lorena Jiménez<sup>1</sup>**

## **INTRODUCCION**

El presente estudio pretende responder a las inquietudes que surgen del análisis de las estrategias, políticas e instrumentos de innovación tecnológica agrícola. Ha sido estructurado en tres secciones.

La primera de ellas caracteriza a las actividades agropecuarias y sistematiza y adapta, en lo pertinente a lo agropecuario, los enfoques comúnmente utilizados para el análisis de la competitividad en los sectores industriales. Se presentan definiciones sobre ventaja comparativa, productividad, competitividad, progreso técnico, desarrollo sostenible, estrategia, política e instrumentos de política.

La segunda sección se refiere a las estrategias, políticas e instrumentos de política para la innovación tecnológica agropecuaria. Trata, inicialmente, el impacto de las políticas económicas en el desarrollo del sector agropecuario. Luego propone las políticas públicas para una estrategia de competitividad tecnológica de los sectores productivos. Finalmente plantea aspectos referidos a las nuevas políticas y marcos institucionales para la innovación tecnológica. La tercera sección propone una metodología para el análisis de la competitividad tecnológica en tres niveles: nacional, sectorial y empresarial.

## **SISTEMATIZACION DE ENFOQUES Y CONCEPTOS**

Tal y como se anota en el documento que describe el Proyecto sobre desarrollo tecnológico y competitividad del sector agropecuario en América Latina y el Caribe, "cualquier análisis del desarrollo tecnológico en esta región en la actualidad tiene que partir del reconocimiento de los

---

<sup>1</sup> Consultores E.G.T. (Economía, Gerencia, Tecnología), S.A. (Costa Rica).

tres grandes cambios paradigmáticos que se están produciendo en los ámbitos de la ciencia y la tecnología, de las estrategias de desarrollo económico y de implementación de la política económica a nivel nacional" (IICA 1992).

En el primer caso destaca el impacto de las nuevas tecnologías en la forma de organizar la producción y su distribución; en el segundo, las nuevas modalidades de inserción en la economía mundial basadas en la competitividad y en un contexto de difundido reconocimiento de la sustentabilidad ambiental; en el tercero, la redefinición del papel del Estado en el proceso de desarrollo económico (Ver Recuadro 1).

Tales asuntos han sido analizados en numerosas ocasiones para el sector industrial. Se ha generado una serie de conceptos y modelos para entender el desarrollo tecnológico de este sector que bien pueden ser aplicados, con las salvedades pertinentes, al análisis del desarrollo tecnológico de los sectores agropecuario y agroindustrial. Esto exige, como paso previo, un esfuerzo por determinar las características tradicionalmente distintivas de la producción en estos sectores con respecto a la del sector industrial, tarea que se realiza en el inciso siguiente y que, además, es necesaria para la definición de políticas agrícolas en el nuevo contexto global.

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA: CONTRASTES ENTRE EL NUEVO Y EL VIEJO PARADIGMA

Las características de la producción agropecuaria pueden ser agrupadas en tres grupos: riesgo e incertidumbre; inflexibilidad; estructura y organización. Es posible afirmar que a la producción agropecuaria se le asocian mayores niveles de *riesgo e incertidumbre* que a la producción industrial, e incluso que a la producción agroindustrial, en razón de que, dada una cierta combinación de insumos para el productor agropecuario, no es posible predecir con certeza la cantidad de producto a obtener.

**RECUADRO 1**  
**EL NUEVO PARADIGMA TECNOLÓGICO**  
**Y PRODUCTIVO GLOBAL: LA POLÍTICA SECTORIAL**  
**EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN**

En la década pasada se consolidó un nuevo paradigma sobre cómo organizar la producción a nivel mundial. El núcleo de este paradigma son las tecnologías asociadas a la información, en particular la microelectrónica y la informática; se puede resumir como el paradigma que instaura la era de la información.

Como ha señalado Carlota Pérez, lo central que caracteriza un paradigma es la existencia de un insumo –o conjunto de insumos– capaz de ejercer una influencia determinante en el comportamiento de la estructura de costos relativos. Ese sería el valor de incorporación del nuevo paradigma al sentido común de ingenieros y gerentes. Dicho insumo, o factor clave, desempeña un papel orientador de esa naturaleza cuando cumple las siguientes condiciones:

- a) Su costo relativo debe ser bajo, de manera obvia y con tendencias decrecientes claramente previsibles.
- b) Su oferta, a pesar de una demanda creciente, debe aparecer como ilimitada.
- c) Su potencial de universalidad de usos, para propósitos productivos, debe ser masiva y evidente.
- d) Debe encontrarse en la raíz de un sistema de innovaciones técnicas y organizativas, claramente reconocidas como capaces de cambiar el perfil y reducir los costos del equipamiento, de la mano de obra y de los productos.

→

Así, por ejemplo, al final del siglo XIX, ese factor clave fue el acero, a partir del cual surgió la industria química moderna y las centrales hidroeléctricas, entre otras. En la mayor parte del siglo XX fueron el petróleo y la industria petroquímica los que le dieron su perfil al paradigma. El petróleo no sólo indujo un racimo de actividades productivas como la industria automovilística, la de fertilizantes y plásticos, sino un modelo de gerencia y reglas de juego para lograr la eficiencia.

Hoy la reconversión industrial y la modernización agropecuaria en América Latina deben llevarse a cabo en un entorno de cambio entre un paradigma y otro (del basado en el petróleo al basado en la microelectrónica y la información). Ese cambio implica lo siguiente: los motores del crecimiento se desplazan de lo que es intensivo en energía (petroquímica, ind. automotriz) a lo que es intensivo en conocimiento (computadoras, biotecnología). La transición a un nuevo paradigma también significa una nueva infraestructura facilitadora en cada país: la infraestructura central del viejo esquema estuvo constituida por las carreteras y la electricidad; la del nuevo, por los sistemas de telecomunicaciones, la transmisión de datos, imagen y voz, redes de frío, etc. Además, por ser intensivos en información y no en energía resalta la sostenibilidad de los recursos naturales como un elemento claramente diferenciador del paradigma anterior.

La forma en que se organizan las empresas, gobiernos y organizaciones internacionales tiende también a variar. Las empresas integran redes con proveedores y clientes, se hacen menos jerarquizadas, reducen inventarios, crean poderosos sistemas de intensa información entre gerencia y operaciones y entre producción y mercadeo.

→

El marco institucional para el viejo paradigma necesario para regular la producción en masa y aligerar el movimiento de bienes y servicios dio origen a mediados de siglo al Estado de bienestar a nivel de las naciones y al Fondo Monetario, el GATT y el Banco Mundial a nivel internacional. El nuevo paradigma posiblemente reestructure el marco institucional a partir de reformas del Estado en los países y nuevas o transformadas organizaciones en escala mundial.

¿Qué oportunidades tienen los países en desarrollo en esta profunda transformación de la cultura gerencial y de la estructura y orientación de la producción a nivel mundial y qué políticas deberían impulsarse?

En los períodos de transición de un paradigma gerencial, productivo y tecnológico a otro se tienen dos ventajas potenciales para los países en desarrollo. La primera es que la dirección del desarrollo apunta en una nueva dirección y se puede saltar una etapa y eludir la brecha anterior. La segunda es que la transición dura un tiempo relativamente largo y hay tiempo para aprender a desempeñarse en la nueva ruta.

Esto es así porque la producción agropecuaria está condicionada a las condiciones climáticas y porque se trata de productos vivos sujetos al ataque de agentes biológicos o de enfermedades, tanto durante su producción como en su distribución. Así, la aplicación de un paquete tecnológico dado en los años uno y dos no es garantía de que se obtendrá la misma cantidad de producto en ambos años.

Adicionalmente, el desempeño y la utilidad de la tecnología agropecuaria tiene gran variabilidad según las condiciones del lugar en que se aplica. Este aspecto es aun más significativo para el caso de los

paises con agricultura tropical, pues en ellos hay mucha más heterogeneidad en cuanto a diversidad agroecológica y biofísica. Otro aspecto que eleva el riesgo y la incertidumbre de producir en este sector se relaciona con la caducidad del producto; no en vano uno de los principales problemas de la producción agropecuaria de los países en vías de desarrollo es el de las pérdidas poscosecha.

Asimismo, se señala el hecho de que algunos de los insumos para producir bienes agropecuarios también son productos de este tipo, lo que hace aun más incierta la estimación real de la producción. Quizás uno de los ejemplos más claros en este sentido es el cultivo de forrajes para la producción ganadera.

En lo pertinente a *inflexibilidad* hay que observar que la duración del período de producción, así como su estacionalidad, fijan reglas precisas a la producción agropecuaria. Se considera que existe dificultad de reorganizar los insumos una vez que se inicia el proceso de producción y que éstos, al igual que la mayoría de los factores de producción, no tienen mayores opciones de uso fuera de la actividad agropecuaria. Esta escasa flexibilidad es la responsable de que, sobre todo en el corto plazo, la elasticidad de oferta de los productos agrícolas sea baja.

En el tercer grupo, de *estructura y organización*, se puede mencionar la existencia de un gran número de productores que se caracterizan por ser muy heterogéneos y bastante dispersos entre sí, así como por tener poca influencia sobre el precio de sus productos, los cuales usualmente presentan escasa o nula diferenciación.

En general, las empresas agropecuarias se distinguen por ser empresas familiares que son heredadas de generación en generación y que cuentan con poca capacidad de realizar inversiones propias en investigación y desarrollo; por tal razón, el sector público ha invertido gran cantidad de recursos en investigación agrícola y ha generado tecnologías que han sido consideradas como bienes públicos.

En Latinoamérica esta situación contrasta con la existencia de grandes empresas con características oligopólicas tanto en la producción como en la comercialización de los bienes, con las consecuentes implicaciones

en la fijación de los precios y, por ende, en lo referido a rentabilidad. Habitualmente, la producción de estas empresas, generalmente transnacionales, tiene destino externo.

Por último, se señala que la mayor parte de la demanda de los productos agropecuarios constituye una demanda derivada para satisfacer necesidades básicas de la población, alimento, vestido y vivienda, situación que explica la baja elasticidad de la demanda de estos bienes.

Cabe señalar que, dado que los bienes agropecuarios son los insumos básicos para la actividad agroindustrial, ésta se ve afectada sustantivamente por las características indicadas. Existe, por ejemplo, incertidumbre sobre la cantidad de insumo con que se contará, estacionalidad y acceso oportuno al producto en el momento en que está disponible, calidad de los insumos, precios por debajo o por encima de su costo real, etc., todo lo cual distingue en sumo grado a esta actividad de la actividad industrial.

Los nuevos paradigmas a los que se ha hecho mención, fundamentalmente en lo pertinente a las nuevas tecnologías, ya han empezado a modificar las características de la producción agropecuaria. Si bien el mayor nivel de riesgo e incertidumbre de la producción agropecuaria aún persiste, puede ser aminorado con la adopción de especies mejoradas mediante ingeniería genética, que presentan mayor resistencia a sequías o humedad excesivas, a las bajas temperaturas, al ataque de enfermedades y de insectos, o bien mayor durabilidad poscosecha.

Hoy las aplicaciones prácticas de los microprocesadores en la agricultura posibilitan, entre otros aspectos, el control de la irrigación, la aplicación controlada de agroquímicos, la medición de la humedad del suelo, la observación de la salud animal y el control de su alimentación.

Asimismo, se puede afirmar que la biotecnología ha realizado aportes que contribuyen a dar, dentro de lo posible, mayor flexibilidad a la producción agropecuaria. Ya se puede contar con variedades de producción temprana o tardía que permiten jugar con la estacionalidad de la producción y que, a su vez, en el caso de las primeras, permiten reducir la duración del período productivo. Se emplean modelos de progra-

mación lineal para, entre otros objetivos, seleccionar las condiciones óptimas de combinación de insumos.

Por otra parte, como ocurrió con la Revolución Verde, se acentúan las tendencias hacia la existencia de cada vez menos fincas pero de mayor tamaño y, en consecuencia, de menor heterogeneidad entre productores; éstos, mediante los avances tecnológicos en telecomunicaciones e información podrían minimizar las limitantes que les plantea su dispersión geográfica. Existe también una clara tendencia a la transformación de las tradicionales empresas familiares a empresas comerciales y a la aparición de nuevos actores en el proceso de generación de tecnología.

Las tecnologías de la Revolución Verde fueron desarrolladas esencialmente como bienes públicos en instituciones de investigación públicas. En contraste, las nuevas biotecnologías en agricultura y alimentos son desarrolladas fuera del sistema de investigación agrícola establecido, por empresas privadas biotecnológicas y científicos no necesariamente vinculados previamente con el sector agropecuario. El sector privado ha asumido un papel más activo en la ejecución de la investigación básica y la investigación aplicada relacionadas con el desarrollo de la nueva biotecnología en el campo agropecuario.

La investigación agrícola puede ser dirigida hacia el desarrollo de muchos tipos de tecnología:

- a. Mecánica: tractores, cosechadoras y otros equipos agrícolas.
- b. Procesamiento.
- c. Química: reguladores de crecimiento, fertilizantes, fungicidas, insecticidas y bactericidas.
- d. Administrativa: técnicas administrativas del ganado y las cosechas, prácticas administrativas computadorizadas, etc.
- e. Biológica: variedades, razas animales, hormonas, vacunas y microorganismos.

A la fecha, la mayoría de la investigación del sector privado ha estado concentrada en el desarrollo de tecnología mecánica y química, en donde las patentes están ya disponibles y el producto de la investigación es fácilmente apropiado. Cuando las firmas privadas han conducido investigación biológica en los países en desarrollo, se ha concentrado, en algunas ocasiones, en el mejoramiento y desarrollo de nuevas variedades de plantas, pero frecuentemente en investigación adaptativa, tal como la adaptación de semilla importada a las condiciones climáticas locales.

La biotecnología no solo ha atraído nuevos actores a la investigación agrícola sino también nuevas formas de interacción entre los sectores público y privado en este campo. Un desarrollo significativo ha sido la "nueva empresa de biotecnología", la cual realiza investigación básica y desarrollo. Las nuevas firmas biotecnológicas de la década de los setenta, que proliferaron inicialmente en Estados Unidos y luego en Europa, fueron fundadas generalmente por académicos; muchas no sobrevivieron. Las firmas sobrevivientes han sido financiadas en una gran variedad de formas: por capital de riesgo, ofertas de acciones públicas, corporaciones multinacionales, alianzas estratégicas, contratos de licencia y algunas, particularmente en Europa, con apoyo financiero gubernamental.

Los ejemplos anteriores son muestra clara de que los cambios paradigmáticos a los que se hizo referencia tocan también al sector agropecuario, razón por la cual los análisis sobre su desarrollo tecnológico deben contemplarlos. Más aún, esos cambios acercan a los sectores agrícola, industrial y de servicios en cuanto a sus características esenciales, lo que posibilita aplicar al sector agropecuario la copiosa serie de metodologías existentes para el análisis tecnológico/competitivo. Con esta finalidad, se proponen a continuación algunos conceptos útiles para abordar ese tipo de análisis, los cuales a su vez sirven de referencia a este informe.

En la Fig. 1 se presenta una síntesis de algunas opciones que ejemplifican la contribución de las nuevas tecnologías a las características de la producción agropecuaria.

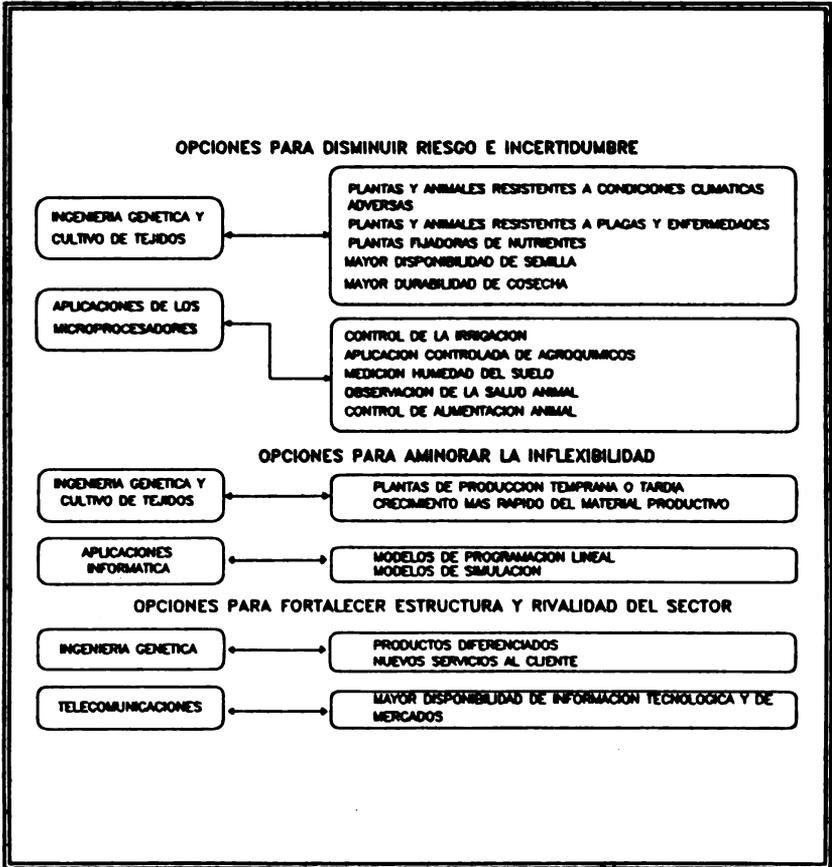


Fig. 1. Características de la producción agropecuaria y opciones que brindan las nuevas tecnologías

DEFINICION DE CONCEPTOS

Competitividad e innovacion tecnológica

Usualmente los estudios económicos y técnicos del desarrollo del sector agropecuario han concentrado su atención en las ventajas compa-

rativas y en los niveles de productividad presentes en un país o región, o en una actividad agropecuaria particular.

El análisis conforme a las *ventajas comparativas* supone que los países asignan sus recursos a la producción de aquellos bienes o servicios en los cuales poseen una ventaja absoluta o relativa con respecto a otros países. Este enfoque tiene un fuerte énfasis en el análisis estático y considera fundamentales los recursos y ventajas naturales.

En los sectores agropecuario y agroindustrial éstos suelen estar determinados, entre otros, por las condiciones climáticas y agroecológicas, la disponibilidad de insumos, la mano de obra barata, las economías de escala, la distancia de los mercados principales, etc. Este enfoque contrasta con la ventaja competitiva que tiene énfasis en los efectos dinámicos, las capacidades creadas por la calidad del recurso humano y por el progreso tecnológico.

En el marco del enfoque de ventaja comparativa el concepto de *productividad* es relevante. La productividad ( $P$ ) se refiere a la relación entre la cantidad de bienes producidos ( $Q$ ) y la cantidad de un determinado factor de producción requerida para obtenerlos ( $F$ ), esto es  $P = Q/F$ .

En general, la productividad está determinada por factores tales como la tecnología empleada (conjunto de habilidades, conocimientos y métodos incorporados en las personas, bienes o procesos, que contribuyen a la transformación de insumos en productos) y la calidad y la combinación de insumos utilizados para su producción. Por tanto, los incrementos en la productividad comúnmente han estado asociados a una mayor calidad de los insumos, a mejores técnicas y a una mejor organización de la infraestructura.

En el caso particular del sector agrícola, uno de los principales factores de las mejoras en la productividad ha sido la expansión del uso de fertilizantes, precedida por la disminución de sus precios relativos como resultado de los progresos técnicos de la industria química. Otros factores de importancia han sido, además, el incremento de la superficie bajo riego, el empleo intensivo de los factores de producción (trabajo

humano y energía mecánica y animal) y la introducción de nuevas variedades.

Esta última se caracteriza porque ha permitido el incremento de la productividad de todos los factores de producción. Lo mismo se espera de las nuevas biotecnologías, entendidas como aquellas tecnologías basadas en la manipulación de seres vivos y sus productos, principalmente las desarrolladas en los últimos veinte años a partir de los avances de la biología celular y molecular moderna; se distinguen de las tecnologías tradicionales con iguales objetivos por su potencia y precisión.

Para algunos, éstas conllevan repercusiones negativas en los ámbitos económico, social, político, ecológico y moral; para otros, surgen como un instrumento para incrementar la eficiencia y la productividad agropecuaria, para reforzar la posición competitiva de los países en los mercados mundiales y para contribuir a resolver los problemas de hambre, de salud y de ambiente; ésta es la tesis que prevalece en este trabajo.

En ese contexto interesa mencionar que en casi todos los países latinoamericanos la agricultura presenta un bajo nivel de productividad en relación con los otros sectores de la economía; ésta, por lo general, es inferior a la productividad media nacional.

En relación con la productividad del trabajo agrícola, Fujii (1991) ha observado que la relación de ésta con la productividad media tiene un comportamiento bastante regular en el proceso de desarrollo económico de largo plazo. Y agrega: "en los comienzos del crecimiento industrial la productividad en la agricultura se acerca bastante a la media, para posteriormente retrasarse y después pasar a una fase en que la diferencia entre ambas productividades tiende a desaparecer".

Para Michael Porter (1980) la productividad también es central en el enfoque de ventaja competitiva, aunque en el contexto de un conjunto de factores que son creados y desarrollados a partir de acciones privadas adecuadas y de políticas públicas pro-competitivas.

En este enfoque, la productividad es la única medida adecuada de la *competitividad* nacional, lo que nos permite establecer, de conformidad con el análisis de Fujii, que este concepto es perfectamente aplicable al sector agropecuario y que un país puede ser tan competitivo en este sector como en el industrial. Porter afirma:

"El principal objetivo económico de una nación consiste en crear para sus ciudadanos un nivel de vida elevado y en ascenso. La capacidad para lograrlo (...) depende de la productividad con que se aprovechan los recursos de una nación: el capital y el trabajo (...) La productividad es, a la larga, el determinante primordial del nivel de vida de un país y del ingreso nacional por habitante. La productividad de los recursos humanos determina los salarios y la productividad del capital determina los beneficios de sus propietarios" (Porter 1980).

Para Porter el comercio internacional (exportaciones e importaciones) permite a un país incrementar su productividad sin necesidad de producir todo y especializarse en los sectores relativamente más productivos. Tener éxito en un sector lleva a que otros sectores tengan un éxito menor, dada una cierta dotación de factores en un momento dado.

La competencia en determinados sectores productivos, para obtener una ventaja al enfrentarse a rivales extranjeros, crea y mejora productos y procesos; con ello se eleva la productividad nacional. Así, la competitividad en el ámbito sectorial causa incrementos de la productividad nacional; por tanto, como se indicó, ésta última es la única medida adecuada de la primera.

Según Porter, para lograr la prosperidad nacional lo importante es llegar a un equilibrio en donde la productividad media resultante de la combinación de recursos en los distintos sectores industriales y, se agrega, agrícolas, sea lo más alta posible. Esto depende de la calidad de los factores y del nivel creciente de tecnología. La oportunidad para lograrlo varía de un sector productivo a otro, según las diferencias en capacitación y tecnología.

Para Porter lo más importante es el proceso mediante el cual las técnicas, habilidades y capacitación contribuyen a aumentar la produc-

tividad media de un país. Dicho autor ha identificado cuatro atributos determinantes de la competitividad de un país en el ámbito internacional: condiciones factoriales, condiciones de demanda, industrias relacionadas y de apoyo, estrategia, estructura y rivalidad de la empresa. Igualmente, ha identificado los elementos que afectan la competitividad sectorial y de la empresa. En el Recuadro 2 se presentan otras definiciones de competitividad.

Por otra parte, según Fernando Fajnzylber (1991), funcionario de la CEPAL, la *competitividad internacional* puede definirse, como:

"(...) la capacidad para sostener e incrementar la participación en los mercados internacionales, con una elevación paralela del nivel de vida de la población. El único camino sólido para lograr esto se basa en el aumento de la productividad y, por ende, en la incorporación del progreso técnico" (CEPAL-ONUDI 1991).

El aspecto a destacar de esta definición es el papel central del *progreso técnico*. Como insumos determinantes para su avance se citan: el liderazgo e innovación empresarial, la infraestructura tecnológica vinculada al aparato productivo y la educación.

La causalidad relacionada con este planteamiento se observa en la Fig. 2, en la cual se muestran esos tres insumos (base empresarial, infraestructura tecnológica y educación) como determinantes del progreso técnico. Este hace posible un desarrollo que combine crecimiento con equidad, sobre la base de una mayor sostenibilidad ambiental y competitividad (Ver Recuadro 3 sobre el concepto de sostenibilidad). Este enfoque compatibiliza dos posiciones en pugna en la discusión latinoamericana: a) la visión liberal, que se centra en el cuadro superior de la izquierda de la Fig. 2 con políticas de crecimiento, liberalización comercial y competitividad; b) la visión ecologista, que se centra en el cuadro superior derecho de la figura. Ambos enfoques minimizan el factor de progreso tecnológico, que es el factor de amarre y superación de la contradicción entre ambas visiones.

## RECUADRO 2 DEFINICIONES SOBRE COMPETITIVIDAD

1. Definiciones centradas en la firma:
  - ▶ "La competitividad es la actitud para vender aquello que es producido" (Mathis *et al.* 1988).
  - ▶ "Significa la capacidad de las empresas de un país dado de diseñar, desarrollar, producir y vender sus productos en competencia con las empresas basadas en otros países" (Alic 1987, p. 5)
  - ▶ "La competitividad industrial es una medida de la capacidad inmediata y futura de los industriales de diseñar, producir y vender bienes cuyos atributos en términos de precios y más allá de los precios se combinan para formar un paquete más atractivo que el de productos similares ofrecidos por los competidores: el juez final es entonces el mercado" (*European Management Forum*, 1980, citado por Chesnais 1981, p. 10)
  - ▶ "La capacidad de una industria (o empresa) de producir bienes con patrones de calidad específicos, requeridos por mercados determinados, utilizando recursos en niveles iguales o inferiores a los que prevalecen en industrias semejantes en el resto del mundo, durante un cierto período de tiempo" (Haguenauer 1989, p. 23).
  - ▶ "Una economía es competitiva en la producción de un determinado bien cuando puede por lo menos igualar los patrones de eficiencia vigentes en el resto del mundo en cuanto a utilización de recursos y a calidad del bien" (Tavares de Araujo Jr. *et al.* 1989, p. 1 y 2).



- ▶ "Una firma (o una economía nacional) será competitiva si resulta *victoriosa* (o en una buena posición) en la confrontación con sus competidores en el mercado (nacional o mundial)" (Michalet 1981, p. 1, subrayado en el original).

2. Definiciones centradas en la capacidad de la economía nacional:

- ▶ "La capacidad de un país (o grupo de países) de enfrentar (*to meet*) la competencia a nivel mundial. Incluye tanto la capacidad de un país de exportar y vender en los mercados externos como su capacidad de defender su propio mercado doméstico respecto a una excesiva penetración de las importaciones" (Chesnais 1981, p. 8).

- ▶ "Capacidad de hacer retroceder los límites de la restricción externa (...)". Se considera que cuanto mayor es la capacidad de competencia de un país en su propio mercado o en mercados extranjeros, mayor es la capacidad de la economía de crecer sin encontrar obstáculos en el déficit externo. (Mathis *et al.* 1988, p. 7).

- ▶ "Participación de las exportaciones de un país en el mercado mundial" (Fouquin 1986).

3. Definiciones que incorporan consideraciones de nivel de vida:

- ▶ "La capacidad de un país de lograr objetivos fundamentales de la política económica, tales como el crecimiento en el ingreso y el empleo, sin incurrir en dificultades en la balanza de pagos" (Fagerberg 1988, p. 355).



- ▶ "El grado en el cual una nación puede, bajo condiciones de mercado libre y equitativo (*free and fair market conditions*) producir bienes y servicios que satisfagan los requerimientos de los mercados internacionales y, simultáneamente, mantener o expandir los ingresos reales de sus ciudadanos" (*President's Commission on Industrial Competitiveness*, 1985, p. 6).
- ▶ "La capacidad de producir, distribuir y proveer el servicio de los bienes en la economía internacional en competencia con los bienes y servicios producidos en otros países y hacerlo de una forma que aumente el nivel de vida" (Scott 1985, p. 14 y 15).
- ▶ "El grado por el cual un país, en un mundo de mercados abiertos, produce bienes y servicios que satisfagan las exigencias del mercado y simultáneamente expande su PIB y su PIB per cápita al menos tan rápidamente como sus socios comerciales" (Jones y Tece 1988, p. 108)

Estas definiciones ponen en evidencia que es necesario distinguir entre la competitividad internacional en el ámbito microeconómico y en el ámbito macroeconómico.

Fuente: Chudnovsky y Porta 1990

En las últimas décadas una extensa literatura ha abordado la importancia relativa de las fuentes del crecimiento económico, señalando el progreso tecnológico como determinante (Denison 1962). Por ejemplo, Solow mostró que en Estados Unidos para el período 1909 a 1949, del 10% al 15% del crecimiento fue debido al aumento del capital por horas hombre y de un 85% a un 90% al cambio tecnológico, lo que corresponde a un 1.5% por año de un crecimiento total de 1.8% durante ese período (Solow 1957).

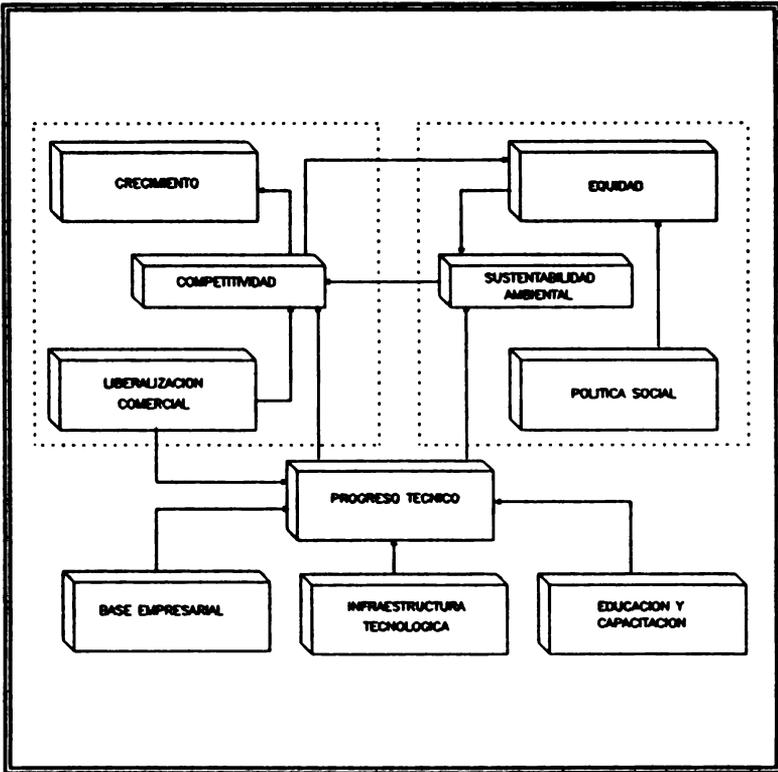


Fig. 2. Relaciones de causalidad

Denison (1962) concluyó, por su parte, que el 40% del aumento total en las tasas anuales de crecimiento per cápita en Estados Unidos de 1929 a 1957 se debió al cambio tecnológico.

El *progreso tecnológico* es una de las fuentes más importantes de la competitividad y consiste en una compleja adición de conocimiento útil, de innovación y de selección (Kuznets 1966). Es la provisión de nueva información y de conocimiento que son utilizados con efectividad en las operaciones productivas y que tienen efectos mensurables en los costos, calidades del producto, métodos de cría y cultivo, niveles de producción, de ventas y otras operaciones medulares de la empresa (Moore, 1983).

### RECUADRO 3 DESARROLLO SOSTENIBLE

"El concepto de desarrollo sostenible tiene que ver con la integración de la conservación en el proceso de desarrollo y representa la visión más poderosa(...) en la búsqueda de un desarrollo justo y sin destrucción. En su forma más esquemática, el Informe de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, ("Nuestro futuro común" 1987), plantea:

"la humanidad tiene la habilidad para generar un desarrollo sostenible que asegure la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

"La meta fundamental del desarrollo sostenible es garantizar la supervivencia y el bienestar del ser humano y de las otras especies que le acompañan, como parte del proceso evolutivo de la vida en el planeta. Esta meta encierra un profundo compromiso ético y responsabilidades por mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas de apoyo vitales, que hacen posible las diferentes formas de vida en la tierra y que aportan la materia prima con la que el ser humano satisface sus necesidades básicas" (Quesada 1990).

"La producción de bienes agrícolas, por ejemplo, depende de recursos naturales tales como la vegetación, el suelo, el agua y el clima. Estos elementos comienzan a sufrir modificaciones importantes que tienden a afectar progresivamente la calidad y cantidad de los productos agropecuarios.

"El problema de la sustentabilidad ambiental encierra prioritariamente las siguientes preocupaciones:



- ▶ Se hace necesario alcanzar un equilibrio dinámico entre todas las formas de capital que participan en el esfuerzo por lograr un desarrollo sustentable. La creación de las bases de un desarrollo sustentable es un tema que excede el de la gestión racional del capital natural.
- ▶ Las políticas económicas no son neutrales respecto al uso de los recursos naturales. Es necesario reconocer y evaluar el efecto que tienen sobre el capital natural, de manera de asegurar que la transformación productiva con equidad cumpla con el requisito de sustentabilidad.
- ▶ Las personas y las comunidades son el objetivo principal del desarrollo. El desarrollo sustentable no es compatible con la pobreza. La superación de la pobreza es, para la región, condición indispensable para el desarrollo sustentable.
- ▶ Es necesario considerar los aspectos institucionales del desarrollo sustentable. Se requiere una estructura apropiada de incentivos, legislación, gestión y organización de las actividades productivas. Esta estructura debe facilitar el desempeño de las tareas propias de los sectores público y privado, y asimismo la participación ciudadana.
- ▶ Las políticas financieras y sus instrumentos deben ser puestos al servicio del desarrollo sustentable. Los nuevos instrumentos de financiamiento necesitan adecuarse a las realidades de la región.
- ▶ Es preciso orientar el avance tecnológico, que dinamiza las economías, con el objeto de reducir los efectos negativos o generar otros que sean positivos para el capital natural" (CEPAL 1991).



En torno a este último punto conviene señalar algunos ejemplos de los efectos negativos para el ambiente provocados por el uso elevado de agroquímicos y la mecanización agrícola: modificación en los microorganismos del suelo, contaminación del agua y el aire, así como intoxicación humana y residuos en la cadena alimenticia.

El progreso tecnológico, y en particular la innovación, es el elemento que brinda sostenibilidad al proceso de inserción internacional basado en la competitividad de las naciones y sus empresas. La competitividad no es entonces un concepto estático; depende de la estrategia general y, sobre todo, tecnológica de la nación y las empresas.

### ***Estrategias y políticas***

En los enfoques de ventaja competitiva de Porter y Fajnzylber está implícita una acción coordinada y coherente de creación y desarrollo de condiciones para la competitividad: una estrategia competitiva nacional, sectorial o empresarial. Ello resalta la conveniencia de presentar la definición del concepto de *estrategia*. En el plano nacional la estrategia puede ser entendida como la definición de políticas y acciones generales y sectoriales orientadas al cumplimiento de los objetivos de desarrollo nacional en el marco de las tendencias mundiales.

La estrategia contiene la concepción de corto, mediano y largo plazo de la acción estatal; en el caso particular que nos ocupa estaría orientada a la incorporación del progreso técnico o la innovación tecnológica agropecuaria y agroindustrial, como elemento determinante de la inserción en los mercados competitivos en ámbito mundial de los sectores relacionados.

De conformidad con Doryan *et al.* (1992a), una estrategia nacional se compone de las metas y las políticas para lograrlas. Las metas son el motor del sistema, lo que captura la imaginación de los decisores de un país y la idea-fuerza que le da conducción a las acciones cotidianas del poder. Usualmente las metas de un Estado-nación se refieren a tres elementos: autonomía, productividad y equidad.

La autonomía consiste en el fortalecimiento de la capacidad del Estado para tomar sus propias decisiones en contextos internacionales de presiones múltiples. La productividad es la capacidad de crear riqueza, de elevar la calidad de vida y de aumentar la eficiencia con que se hacen ambas cosas. La equidad se refiere a la igualdad relativa de oportunidades y de resultados en entornos nacionales de diversas alternativas y sectores. Estas tres metas son opciones que compiten entre sí; existen diversas combinaciones entre ellas que deben hacerse al momento de tomar decisiones.

Para el logro de las metas se diseña una mezcla de políticas que supone compromisos entre ellas. La *política* se refiere al conjunto de acciones deliberadas por parte del Estado, las cuales se instrumentan explícita o implícitamente con el fin de lograr determinados objetivos (Sagasti 1978). Así, por ejemplo, la política agrícola consiste en acciones para promover la competitividad del sector agropecuario de una nación, y usualmente se concentra en acciones conducentes a facilitar las etapas precompetitivas del proceso productivo.

Por su parte, la política científica y tecnológica es aquel pronunciamiento de un organismo gubernamental referido a algún asunto que expresa los efectos que se espera producir en las actividades y funciones de ciencia y tecnología (Sagasti 1978).

La selección de las políticas está limitada por los recursos disponibles, la estructura administrativa del gobierno para ejecutarlas y la realidad política. Su explicitación ofrece un marco de referencia para la toma de decisiones de forma más racional y con una perspectiva de largo plazo (Doryan *et al.* 1992a).

Se pueden distinguir políticas generales, selectivas y microeconómicas. Las políticas selectivas pueden clasificarse en uno de estos tres enfoques: neutralidad, estimulación del mercado y selectivo-estratégico. El enfoque de neutralidad incluye políticas de apoyo a actividades particulares sin ninguna preferencia con respecto a la rama productiva, sector o aptitud en particular.

El enfoque de estimulación del mercado pretende fortalecer o reforzar el funcionamiento de los mercados en determinadas áreas. Se centra en políticas competitivas y antimonopólicas, en el estímulo al surgimiento de

empresas especializadas que brinden servicios de infraestructura a otras empresas y de empresas de capital de riesgo, consultoría e ingeniería y otras. El enfoque selectivo-estratégico se concentra en sectores seleccionados para la promoción de industrias particulares, de preferencia de creación reciente, mediante incentivos específicos.

La política puede convertirse en mera declaración retórica si no se proveen los medios para llevar a la práctica su efecto potencial, para lo cual se requieren distintos elementos que se denominan instrumentos de política. Estos constituyen entonces el conjunto de modos y medios utilizados para poner en práctica una política determinada (Sagasti 1978).

Un instrumento de política constituye el vehículo mediante el cual los que tienen a su cargo la formulación y ejecución de políticas ejercen su capacidad de influir en las decisiones que toman los demás. Es el vínculo entre el propósito expresado por una política y el efecto que tiene en la práctica. Puede decirse también que un instrumento de política es el que intenta motivar a individuos e instituciones para la toma de decisiones acordes con la racionalidad de los objetivos colectivos establecidos por la fuente del poder.

Por otra parte, para una empresa la estrategia se puede considerar como

(...) el esquema fundamental de la empresa para afirmar su continuidad y para adaptarse al entorno, en busca de ventajas competitivas (Hax 1992: 43-44).

O bien, de conformidad con Porter (1980), la estrategia competitiva es:

"La búsqueda de un posicionamiento competitivo favorable dentro de un sector, que es el campo fundamental en que tiene lugar la competencia. La estrategia competitiva busca establecer una posición rentable y duradera frente a las fuerzas que determinan la competencia en el sector".

Los reportes de competitividad mundial han demostrado consistentemente que la excelencia en el proceso de implementación de la estrategia, tanto a nivel nacional como empresarial, constituye la piedra angular de la competitividad (IMEDE/*World Economic Forum* 1992). Se

observa que la mayoría de las estrategias no fracasan por errores en su concepción, sino más bien por mala ejecución. Las organizaciones competitivas han demostrado ser aquellas que conducen correctamente la implementación de sus estrategias y los procesos administrativos que se les asocian. La buena implementación de estos procesos ha reportado mejores posiciones competitivas a aquellos países y empresarios que la tuvieron que a los que carecieron de ella.

## EL ANALISIS DE LA COMPETITIVIDAD A DISTINTOS NIVELES

### Tres niveles de análisis

Uno de los propósitos de este estudio es proponer una metodología para definir estrategias, políticas e instrumentos de innovación tecnológica agrícola en los países de América Latina y el Caribe, que contribuyan a la adaptación de los sectores agropecuario y agroindustrial a las tendencias mundiales en el campo científico y tecnológico, en las estrategias de desarrollo económico y en la implementación de la política económica en el ámbito nacional y, por ende, al mejoramiento de su competitividad.

El párrafo anterior sugiere tres niveles de análisis distintos pero altamente relacionados: uno nacional; uno sectorial, que incluye las cadenas productivas, y uno empresarial, por cuanto la innovación tecnológica tiene lugar en la empresa. Cada uno de los niveles genera reglas de juego que condicionan las acciones en los niveles siguientes. En el contexto de los cambios globales pueden describirse como una pirámide de causalidades de doble vía, del plano nacional al empresarial y viceversa.

La economía global establece los patrones de comportamiento y los grados de libertad en que se desenvuelven las economías nacionales, los sectores productivos y las empresas. Las nuevas características de la revolución tecnológica (microelectrónica, informática, biotecnología, nuevos materiales, etc.), el nuevo paradigma de organización de la producción, la globalización de los mercados y la sustentabilidad ambiental de los procesos sientan las reglas del juego en que se desenvuelven los países, los sectores productivos y las empresas.

Sin embargo, dentro de estos patrones y reglas hay distintas opciones para desarrollar la capacidad de innovación de los países, de sus empresas y de sus sectores productivos, en especial de los sectores agropecuario y

agroindustrial. Así, los países eligen sus estrategias de desarrollo nacional, las políticas de estabilización y de ajuste estructural y sus políticas agropecuaria y agroindustrial que les posibilitan o restringen su inserción exitosa en la economía internacional. Las elecciones nacionales brindan los parámetros que marcan las condiciones en que se desenvuelven los sectores agropecuario y agroindustrial y ofrecen las reglas del juego a las empresas que los conforman.

No obstante, aunque se marca la cancha del juego nacional, dependerá de las estrategias sectoriales y empresariales que las firmas tengan un mayor o menor éxito en su competitividad nacional e internacional. Las fuerzas competitivas que moldean las posibilidades de los sectores agropecuario y agroindustrial tienen un fuerte elemento de influencia sobre las empresas de esos sectores y les fijan los patrones en que éstas se desenvuelven. De nuevo aquí dependerá de la estrategia de la empresa manejar con éxito las oportunidades y amenazas de la economía global, del país y de los sectores relacionados.

En la Fig. 3 se resumen las causalidades o reglas del juego que ofrece cada uno de los tres niveles. La segunda vía de causalidades establece que las empresas (individualmente o agrupadas sectorialmente) y los países tienen posibilidades de desarrollar acciones innovadoras para redimensionar sus oportunidades de éxito. El concepto clave aquí es el de estrategia. En la relación entre empresa y sector la "esencia de la formulación de una estrategia competitiva consiste en relacionar a una empresa con su medio ambiente" (Porter 1980:23). La estructura a nivel sectorial influye, como se mostró, sobre las posibilidades estratégicas que tiene una empresa. Sin embargo, "las fuerzas externas al sector (...) son de importancia principalmente en un sentido relativo; dado que las fuerzas externas por lo general afectan a todas las empresas del sector (...), la clave se encuentra en las distintas habilidades de las empresas para enfrentarse a ellas" (Porter 1980:23).

En el plano nacional, "el desarrollo que ocurre en un país –o que no ocurre– (...) se afecta significativamente por las políticas económicas que sigue el gobierno" (Bruton y Clark 1988:25). La estrategia, objetivos y políticas nacionales tienen un importante impacto sobre las empresas y los sectores y pueden facilitar el aprovechamiento de oportunidades de la economía global.

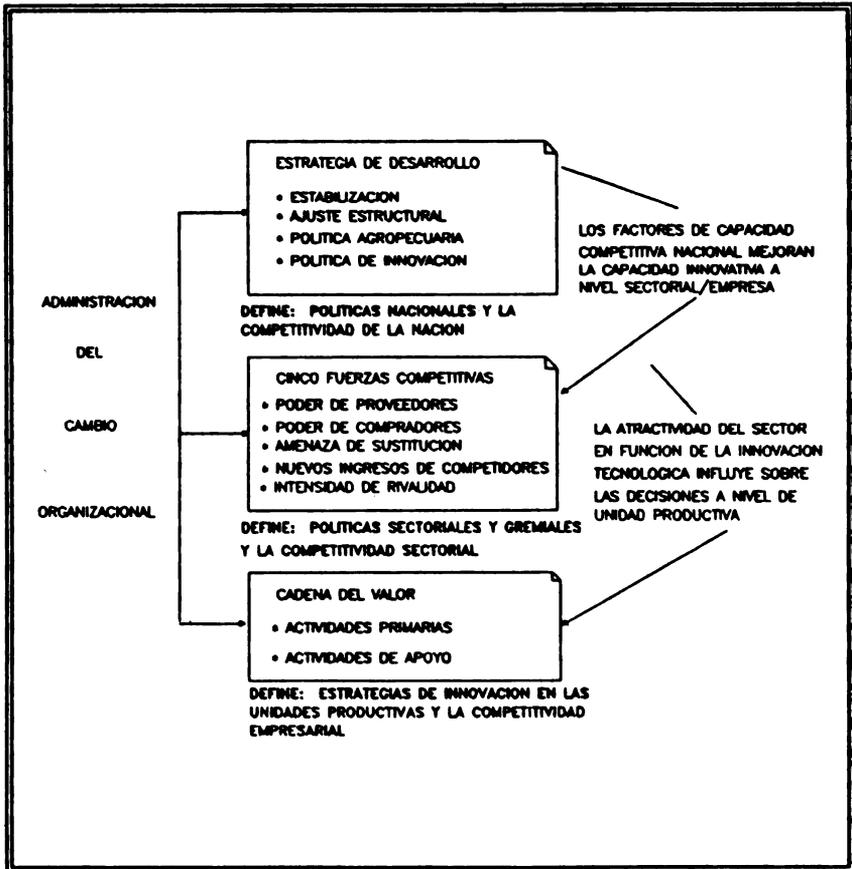


Fig. 3. Los tres niveles que determinan la modernización agropecuaria

La capacidad de diseñar e implementar estrategias apropiadas por las empresas les permite aprovechar mejor las condiciones sectoriales y nacionales en el contexto global. Igual sucede con los sectores y países. Sin embargo, para tener mayores posibilidades de éxito, una estrategia tiene que incorporar cambios organizacionales e institucionales; tiene que saber administrar el cambio en general. De ahí, que en la Fig. 3 se resalten también los insumos de los cambios organizacionales e institucionales. El elemento que constituye el eje de los tres niveles mostrados en la Fig. 3 es el concepto de competitividad, cuya fuente relevante es el progreso tecnológico en general y la innovación en particular.

## La ventaja competitiva en el orden nacional

De conformidad con Porter, la competitividad de una nación está sujeta a la capacidad de su industria y, se puede agregar, de su sector agropecuario, para innovar y mejorar. Asimismo, la competitividad de una firma es el resultado de permanentes actos de innovación, tanto en tecnología como en la forma de hacer las cosas.

La ventaja competitiva se mantiene con continuas mejoras; sin embargo, el cambio no ocurre naturalmente. Por el contrario, existen fuerzas o atributos que lo promueven o lo anulan, tanto a nivel nacional como sectorial y empresarial.

Nos ocuparemos ahora de los atributos referidos a la ventaja competitiva de una nación y más adelante de los pertinentes a los sectores y empresas. Los primeros, según se mencionó, son:

- a. **Condiciones factoriales:** posición del país en factores de producción tales como mano de obra calificada o infraestructura, necesarios para competir en una determinada "actividad productiva".
- b. **Condiciones de demanda:** naturaleza de la demanda del mercado nacional por el producto o servicio del "sector productivo".
- c. **"Actividades productivas" relacionadas y de apoyo:** presencia o ausencia en el país de "actividades productivas" proveedoras y otras "actividades productivas" relacionadas, que sean internacionalmente competitivas.
- d. **Estrategia, estructura y rivalidad de la empresa:** condiciones nacionales que rigen el modo en que se crean, organizan y administran las compañías, así como la naturaleza de la rivalidad interna.

Estos atributos crean el ambiente nacional en el cual las compañías nacen y aprenden a competir. Según se observa en la Fig. 4, estos cuatro atributos forman un rombo en el cual cada extremo del rombo y el rombo como sistema afectan la posición competitiva de un país a nivel internacional.

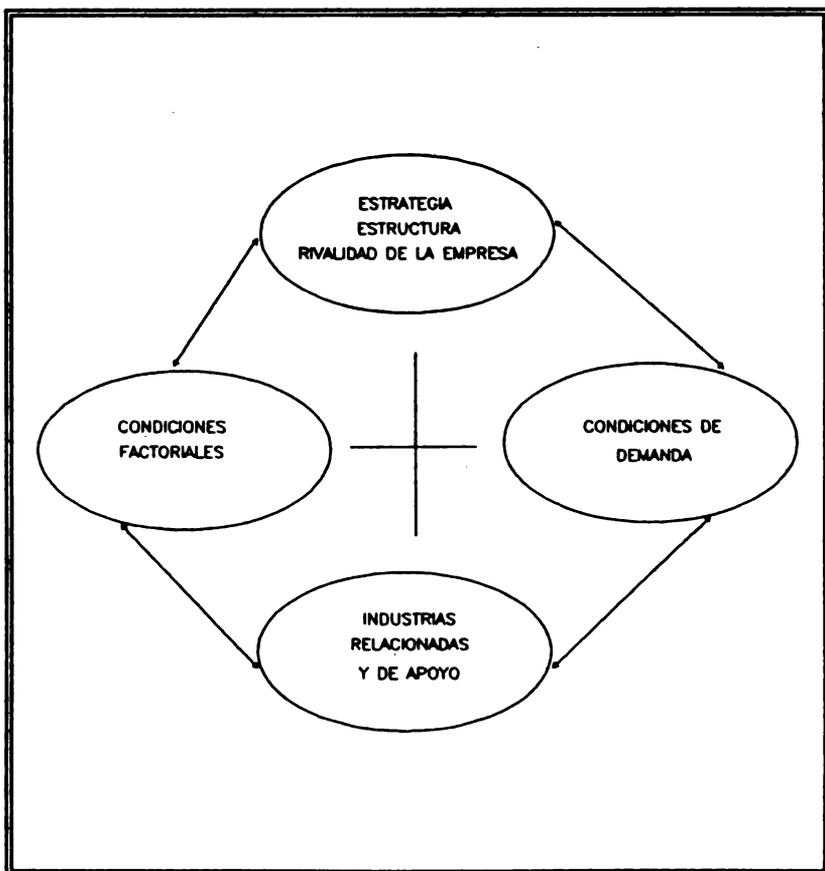


Fig. 4. Rombo de la ventaja nacional. Determinantes de la ventaja competitiva nacional

En el caso del primer atributo (condiciones factoriales), se plantea que los países creen los factores de producción más importantes, como son los recursos humanos calificados y la base científica. Esto es, aquellos factores de producción que implican una inversión fuerte y sostenida y que a la vez son especializados. Este planteamiento, que sin duda se corresponde con los cambios en los patrones de competitividad provocados por los avances recientes de las tecnologías de producción, es de

gran trascendencia para los sectores agropecuario y agroindustrial latinoamericanos, dado que tradicionalmente éstos han basado su competitividad en los mercados externos en el aprovechamiento de sus ventajas comparativas. Como bien lo señala Benavente (1991) algunos productores (de los países desarrollados) ya han conseguido aprovechar las innovaciones tecnológicas para contrarrestar las ventajas comparativas mantenidas anteriormente por sus competidores (países latinoamericanos).

Una ventaja comparativa puede basarse en la disponibilidad en abundancia de recursos naturales, p. ej. petróleo, mientras que la ventaja competitiva puede basarse tan solo en la habilidad de un empresario para agregar valor a los recursos disponibles. Por solo vender su riqueza natural un país no llega a ser mejor en el largo plazo, pero si vende valor agregado (y no los recursos) crea un excedente que luego puede invertir en su desarrollo económico (Valikangas 1992).

Se ha visto que la innovación tecnológica descansa sobre un recurso humano especializado y sobre una base científica sólida, factores que constituyen los aspectos medulares para lograr ventaja competitiva. Sin embargo, el conjunto de factores con que cuenta una nación es menos importante que la velocidad y eficiencia con que los crea, mejora y utiliza en actividades productivas particulares.

Quizá detrás de esta afirmación se esconde una de las razones del bajo nivel de competitividad de los países latinoamericanos y del Caribe. En la mayoría de ellos existen desde hace varias décadas centros especializados de enseñanza e investigación de reconocido prestigio, e incluso algunos de carácter regional, los cuales han graduado un significativo número de profesionales principalmente en el campo de las ciencias agropecuarias. No obstante, su incorporación a la actividad productiva ha sido lenta, como tardía y difícil ha sido la transferencia del conocimiento que han generado en las instituciones públicas a las cuales se han incorporado. Baste señalar, por ejemplo, que las técnicas tradicionales han coexistido por más de veinte años con las tecnologías desarrolladas por la Revolución Verde. Asimismo, habría que señalar el potencial que representa para estos países contar con profesionales especializados en materia de conservación y desarrollo ambiental, lo que

sin duda les facilitará la incorporación del factor sustentabilidad en sus estrategias de desarrollo.

En lo pertinente al segundo atributo (condiciones de demanda), se establece que el tamaño de la demanda es menos significativo que su carácter. Las condiciones de demanda nacional contribuyen a crear ventaja cuando un segmento particular de determinado sector es más grande o más visible en el mercado nacional que en los extranjeros. Tal ventaja es aún mayor según la naturaleza de los compradores nacionales; cuanto más sofisticados y exigentes son éstos para un determinado producto o servicio, mayor es la ventaja que se obtiene; este efecto se multiplica si sus necesidades constituyen "indicadores de advertencia anticipada" de las tendencias del mercado mundial. Obviamente esta condición tiene mayor potencial en aquellos países exportadores de gustos y valores.

Debe reiterarse que la demanda por productos agropecuarios es generalmente una demanda para satisfacer necesidades básicas y, en consecuencia, en la mayoría de los casos se trata de una demanda derivada. No obstante, el desarrollo de las nuevas tecnologías ofrece alternativas para mejorar la productividad y, por ende, la competitividad de tales productos.

Para citar un ejemplo, piénsese en la posibilidad de que los países latinoamericanos y del Caribe promuevan el desarrollo de una industria biotecnológica en torno a insumos para la producción agrícola y ganadera, dada la alta sensibilidad que estos presentan ante las condiciones de producción locales. Se abre aquí incluso la opción de ofrecer un producto diferenciado no solo por ser un insumo de mayor adaptabilidad a la Región, sino también porque puede incorporar características según su tipo, tales como estabilidad y homogeneidad genética, garantía fitosanitaria, posibilidad de suministro programado a gran escala, mayor precisión y rapidez de los ensayos de diagnóstico, etc.

Por su parte, la presencia en el país de "actividades productivas" proveedoras y otras relacionadas que sean internacionalmente competitivas, dinamiza el flujo de información y el intercambio de ideas e innovaciones.

En el caso de las actividades agropecuarias, quizá la mayor limitante en este sentido ha sido precisamente la poca presencia, salvo algunas excepciones, de industrias proveedoras de insumos agropecuarios. Inclusive, la investigación agrícola prácticamente solo se ha concentrado en la adaptación de semilla importada a las condiciones locales.

Finalmente, en relación con la estrategia, estructura y rivalidad de la empresa, se señala que la competitividad en una "actividad productiva" específica es el resultado, entre otros aspectos, de las prácticas administrativas, de las modalidades de organización y del tipo de educación y vocaciones que se favorecen en el país. La presencia de fuertes competidores nacionales es, sin duda, un ingrediente fundamental para promover la competitividad.

Señala Porter que la eficiencia estática es mucho menos importante que la mejora dinámica, la cual es impulsada en forma única por la rivalidad nacional, elemento que promueve la mejora en los otros atributos. La rivalidad se agudiza cuanto más concentración geográfica existe, variable que a su vez contribuye a elevar e incrementar la interacción de los cuatro vértices del rombo.

En repetidas ocasiones se ha mencionado en la literatura la coexistencia en la región latinoamericana y caribeña de un dualismo tecnológico en el sector agropecuario. Por una parte se encuentran los productores que utilizan técnicas de producción tradicionales que participan en mercados similares a los de competencia perfecta y en los que existe casi nula rivalidad y concentración geográfica; su estrategia es la supervivencia al menor costo posible.

En contraste, se hallan los empresarios agrícolas y pecuarios innovadores, con un rico potencial de análisis sobre las variables de estrategia, estructura y rivalidad que inciden en la competitividad de este sector.

El Cuadro 1 ilustra las principales características e implicaciones en el sector agropecuario del rombo determinante de la ventaja competitiva de un país a nivel internacional.

**CUADRO 1**  
**ATRIBUTOS PARA LA VENTAJA COMPETITIVA DE UNA NACION:**  
**CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS PARA**  
**EL SECTOR AGROPECUARIO**

Atributos	Condiciones	Implicaciones o requerimientos
Condiciones factoriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventajas competitivas basadas en factores de producción especializados (recurso humano y base científica sólida)</li> <li>• Velocidad y eficiencia en la creación, mejora y empleo de los elementos que generan ventajas competitivas en las actividades productivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de ventajas competitivas tradicionales hacia ventajas competitivas, lo cual supone la incorporación de la innovación tecnológica a la producción</li> <li>• Necesidad de flexibilizar los sistemas de generación-difusión-adopción de tecnología agropecuaria y de fomentar en las empresas agropecuarias la demanda por recursos humanos calificados</li> </ul>
Condiciones de demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés más el carácter o la naturaleza de la demanda que su tamaño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimulo a la calidad (mediante el uso de mejores tecnologías productivas y organizacionales, entre otros) y a la exigencia de los compradores nacionales y regionales</li> <li>• Identificación de nichos de mercado en el país y la región que pueden satisfacerse con productos diferenciados mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos</li> </ul>
Actividades productivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia en el país de proveedoras y otras relacionadas que sean internamente competitivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción del desarrollo económico y tecnológico de proveedores locales y regionales</li> <li>• Estimulo a la elaboración de los productos agropecuarios</li> </ul>
Estrategia, estructura y rivalidad de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas administrativas, modalidades de organización y tipo de educación y vocaciones que se favorecen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción de la rivalidad como elemento motor de la mejora dinámica y estimulador de la innovación tecnológica entre los productores agropecuarios</li> <li>• Introducción de la planificación estratégica con énfasis en la planificación tecnológica, en las empresas agropecuarias</li> </ul>

## La competitividad en el nivel sectorial

El determinante fundamental de la utilidad de una empresa está en precisar en qué medida es atractivo el sector en el que actúa. De conformidad con Porter, en cualquier sector (doméstico o internacional, productor de un bien o de un servicio) las reglas de competencia están determinadas por las cinco fuerzas competitivas que se observan en la **Fig. 5**: competidores potenciales (nuevos ingresos), proveedores, compradores, sustitutos y competidores existentes.

En lo concerniente a la entrada de nuevos competidores, es importante señalar que las tendencias a la privatización del conocimiento, a la regulación de la biotecnología y al protagonismo o posición dominante de las multinacionales en la generación y comercialización de las nuevas biotecnologías, probablemente constituirán importantes barreras de entrada para producir en el sector agropecuario. En el primer caso (privatización del conocimiento), esto será así no solo por el mayor costo y restringido acceso a la tecnología, sino también porque seguramente disminuirá la importancia de la tradicional transferencia de tecnología gratuita.

Asimismo, se darán importantes cambios tanto en lo pertinente a proveedores como a compradores. En el primer caso se tiene la aparición de nuevos proveedores representados por las nuevas industrias biotecnológicas, productoras principalmente de insumos para la agricultura y la nutrición y salud animal, los cuales surgen además como nuevos actores en la investigación agrícola. Es importante mencionar que, a pesar de que las mayores empresas en los países latinoamericanos están en el campo de los recursos naturales, el hecho de que éstas hayan estado sometidas a un tipo de competencia menos intensa y distinta de aquella que enfrentan las empresas líderes en el mercado internacional manufacturero ha supuesto un escaso incentivo para el desarrollo de proveedores locales (Fainzylber 1991).

En el caso de los compradores, los cambios se concentran en aquellas firmas agroindustriales que incorporarán nuevas técnicas biotecnológicas a sus procesos productivos como, por ejemplo, técnicas de fermentación no convencionales.

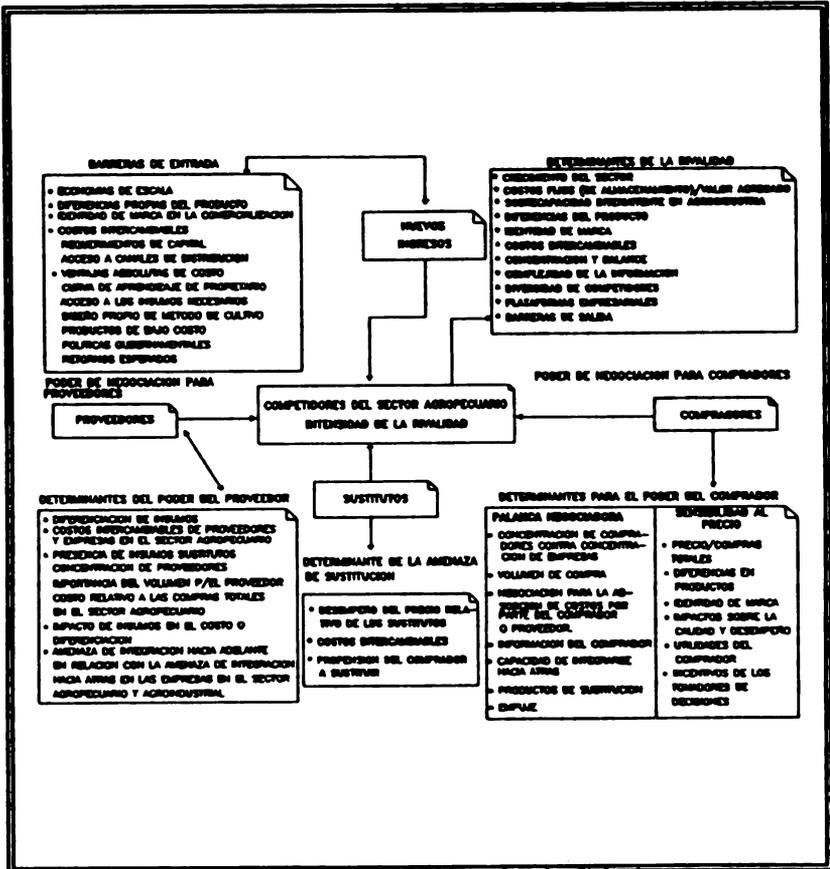


Fig. 5. Las cinco fuerzas competitivas

En relación con esta fuerza habría que mencionar que la presencia de firmas de elaboración y comercialización desempeña un papel de gran importancia en la distribución de las utilidades del sector agropecuario.

La amenaza de sustitutos, que se inició con la revolución del petróleo y sus derivados, se incrementará también con la biorrevolución y, sin duda, la rivalidad entre los competidores existentes se agudizará como consecuencia de los cambios en la estructura agraria. Esto por cuanto

se prevén desequilibrios en el sector rural, al igual que ocurrió con la Revolución Verde, que provocarán la disminución del número de explotaciones y, por tanto, de propietarios, y el incremento de su tamaño.

El peso y poder de cada una de las cinco fuerzas comentadas es una función de la estructura del sector y de sus características económicas y técnicas, las cuales, como se ha visto, se verán modificadas por la aparición de las nuevas tecnologías. Sin embargo, no puede hablarse de un determinismo de la estructura del sector sobre las empresas de ese sector. Estas, mediante sus propias estrategias pueden influir en las fuerzas competitivas y modificar el atractivo o estructura del sector.

Para lograr un mejor posicionamiento en su sector y obtener una ventaja competitiva sostenida existen dos grandes fuentes: costos y diferenciación. La ventaja en cualesquiera de ellas es el resultado de manejar con éxito las cinco fuerzas. Estas dos fuentes de ventaja competitiva llevan a lo que se conoce como las tres estrategias genéricas para lograr un mejor desempeño sobre el promedio en un sector: liderazgo en costos, diferenciación y enfoque (enfoque de costos y enfoque de diferenciación). Las dos primeras se encaminan a una ventaja en un amplio rango de segmentos industriales, mientras que las de enfoque a una en un pequeño segmento.

El liderazgo de costos se impone la tarea de ser el productor de menor costo en el sector; la diferenciación persigue que la empresa sea única en el sector incorporando dimensiones altamente valoradas por sus clientes y la estrategia de enfoque selecciona un grupo o segmento del sector y se ajusta para servirlo con exclusión de otros mediante dos vías: buscando una ventaja en costos en un segmento blanco (enfoque de costo) o buscando la diferenciación en un segmento blanco (enfoque de diferenciación).

Las características propias de los bienes agropecuarios conducen a pensar que sus productores se orientarían principalmente a estrategias de liderazgo de costos o de enfoque de costos. No obstante, es posible que adopten, y ya vimos un ejemplo para las nuevas empresas biotecnológicas, estrategias de diferenciación o de enfoque de diferenciación. Otros ejemplos podrían ser servicios de asistencia técnica en aquellos

casos en que se vende material reproductivo o plantas ornamentales, servicios de entrega del producto, etc.

### La ventaja competitiva de la empresa

Las empresas están conformadas a su interior por una serie de actividades cuya suma constituye lo que se conoce como la *cadena del valor*. Para analizar las fuentes de la ventaja competitiva de una empresa, esta cadena constituye una herramienta de gran utilidad para examinar sistemáticamente todas las actividades que esa empresa desempeña para diseñar, producir, llevar al mercado y apoyar sus productos, así como también la forma en que interactúan esas actividades.

La cadena del valor desagrega a la empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de sus costos y las fuentes de diferenciación existentes y potenciales. Una empresa obtiene ventaja competitiva realizando estas actividades mejor o más barato que la competencia.

En términos competitivos, el valor es la cantidad que los compradores están dispuestos a pagar por lo que una empresa les proporciona; es un reflejo del precio y las unidades que pueden ser vendidas por la empresa. Por consiguiente, la empresa es lucrativa si puede lograr que el valor impuesto exceda los costos en que se incurre para crear el producto. Es el valor y no el costo la variable que se debe emplear para analizar la situación competitiva de una empresa, ya que las empresas con frecuencia elevan deliberadamente su costo para imponer un precio superior por medio de la diferenciación.

Un análisis de la cadena del valor, en lugar del valor agregado, es la forma apropiada de examinar la ventaja competitiva. El valor agregado, aunque ha sido utilizado muchas veces para el análisis de costos, no es una base sólida porque distingue incorrectamente las materias primas de muchos otros insumos comprados que se usan en las actividades de una empresa. Además, el valor agregado no permite conocer el eslabonamiento entre una empresa, sus proveedores y sus clientes.

La cadena del valor despliega el valor total y está constituida por "actividades de valor" y "actividades de margen". Las actividades de valor son las diferentes actividades físicas y tecnológicas por medio de las cuales una empresa crea un producto para sus clientes. El margen es la diferencia entre el valor total y el costo colectivo de desempeñar las actividades de valor; éste puede ser medido en gran variedad de formas.

Ahora bien, la empresa debe ser examinada en un ámbito más amplio que incluye proveedores, canales y compradores, cada uno de los cuales tiene sus respectivas cadenas de valor. A este ámbito se le conoce como *sistema de valor*. Con este enfoque, es posible considerar el producto de una empresa como parte de la cadena de valor del comprador e influenciado por las cadenas de valor de sus proveedores y de los canales (Fig. 6).

Para obtener y mantener la ventaja competitiva es necesario entonces comprender no sólo la cadena de valor de la empresa, sino cómo se inserta la empresa en el sistema general. Además, es necesario diferenciar entre las empresas que se desenvuelven en un sólo sector y aquellas que logran algún tipo de diversificación mediante adquisiciones o alianzas que les permiten "compartir" uno o más de los componentes de sus cadenas de valor en uno o más puntos de la cadena del sector.

Por lo general, este tipo de empresas logran obtener mejores ventajas competitivas e insertarse de una forma más exitosa en todo el sistema. Las cadenas de valor de las empresas en un sector productivo difieren; reflejan sus historias, sus estrategias y sus éxitos en la implementación. Son demasiado amplias tanto a nivel de empresa como de sector, lo que puede oscurecer el análisis de las fuentes importantes de la ventaja competitiva.

Porter (1980) clasifica las actividades de valor de la cadena en "actividades primarias" y "actividades de apoyo". Doryan amplía el concepto e incluye las que él denomina actividades básicas y actividades estratégicas (Doryan 1992b).

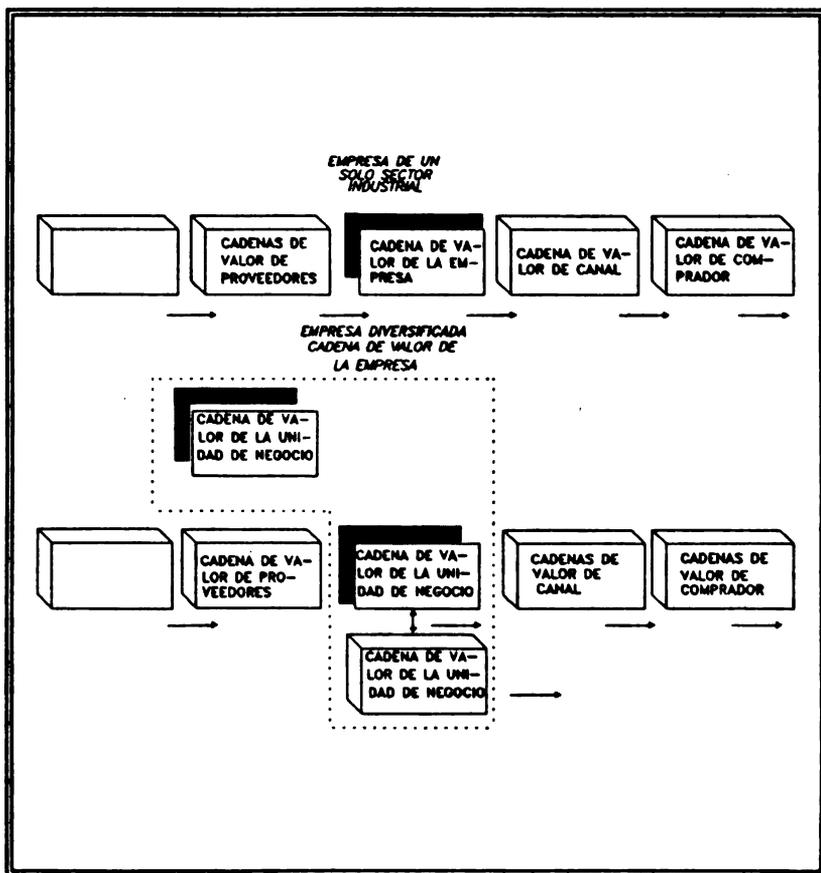


Fig. 6. Ventaja competitiva. El sistema de valor

### **Actividades que conforman la cadena del valor**

En la Fig. 7 se observan las actividades que conforman la cadena de valor ampliada y que se han diferenciado en actividades primarias, actividades de apoyo, actividades básicas y actividades estratégicas. Las actividades citadas se describen de la siguiente manera:

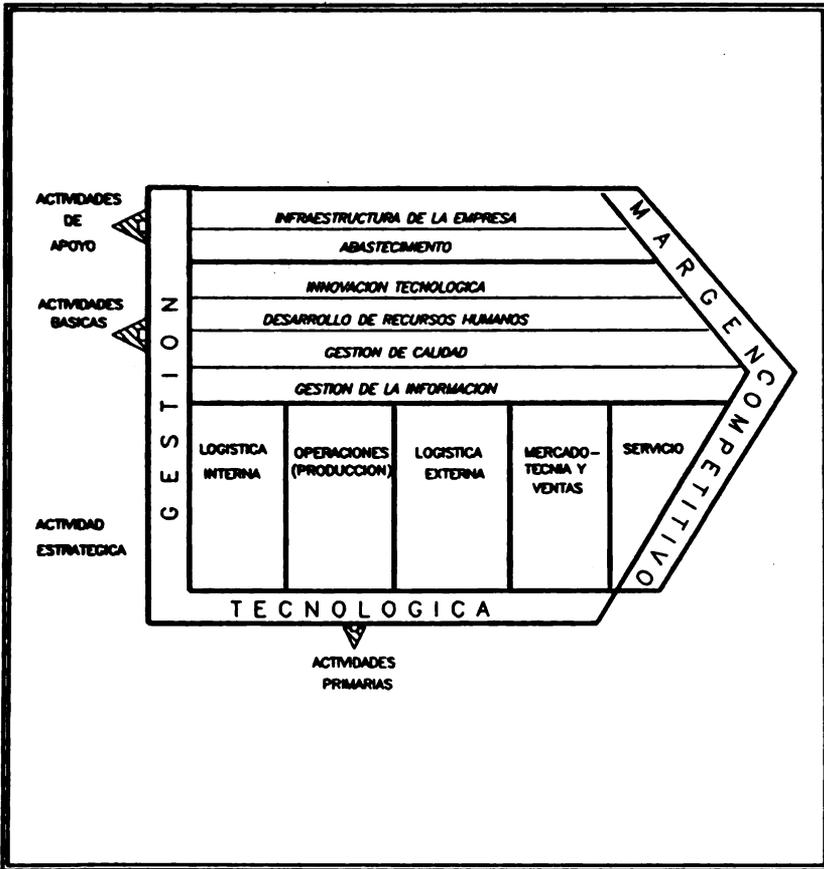


Fig. 7. La cadena del valor

**Actividades primarias.** Son las relacionadas con la creación física del producto y con su venta y transferencia al comprador, así como con la asistencia posventa. Ellas son: logística interna, operaciones, logística externa, mercadotecnia y ventas, y servicios.

**Actividades de apoyo.** Sustentan a las actividades primarias y se apoyan entre sí; proporcionan insumos comprados, información y otras

funciones a toda la empresa. Ellas son: abastecimiento, gestión de la información e infraestructura.

**Actividades básicas.** Son: administración de los recursos humanos, actividades tecnológicas y gestión de la calidad.

**Actividades estratégicas.** Administración integral de los aspectos tecnológicos, organizacionales y gerenciales, los cuales influyen en todas y cada una de las otras actividades de la empresa. Ellas son: gestión de la tecnología, gestión de la organización y gerencia general.

El enfoque sugerido resalta que los atributos competitivos que son consecuencia de una modernización exitosa por parte de cada empresa no sólo se encuentran a su interior sino en toda la cadena del valor del proceso, desde la adquisición de la materia prima hasta la venta del producto final.

### ***Estrategias competitivas genéricas***

Como se indicó, la cadena del valor permite analizar las fuentes de ventaja competitiva de una empresa y, en consecuencia, contribuye a definir o retroalimentar la estrategia que ésta elige para competir.

Se vio, asimismo, que una empresa puede elegir entre dos tipos básicos de ventaja competitiva: ventaja en costo y ventaja en diferenciación. Según el tipo de ventaja que la empresa elija podrá seleccionar entre tres tipos de estrategia genérica que se analizan a continuación.

Como se ha visto, aunque una empresa puede tener fuerzas y debilidades en comparación con sus competidores, hay dos tipos básicos de ventajas competitivas que puede poseer: costos bajos o diferenciación. Esas ventajas resultan de la capacidad de una empresa de lidiar con las cinco fuerzas competitivas mejor que sus rivales.

Los dos tipos básicos de ventaja competitiva combinados con el panorama de actividades para que una empresa trate de alcanzarla, conducen a tres estrategias genéricas para lograr el desempeño sobre el

promedio en su sector: liderazgo de costos, diferenciación y enfoque. La estrategia de enfoque tiene dos variantes: enfoque de costo y enfoque de diferenciación (Fig. 8).

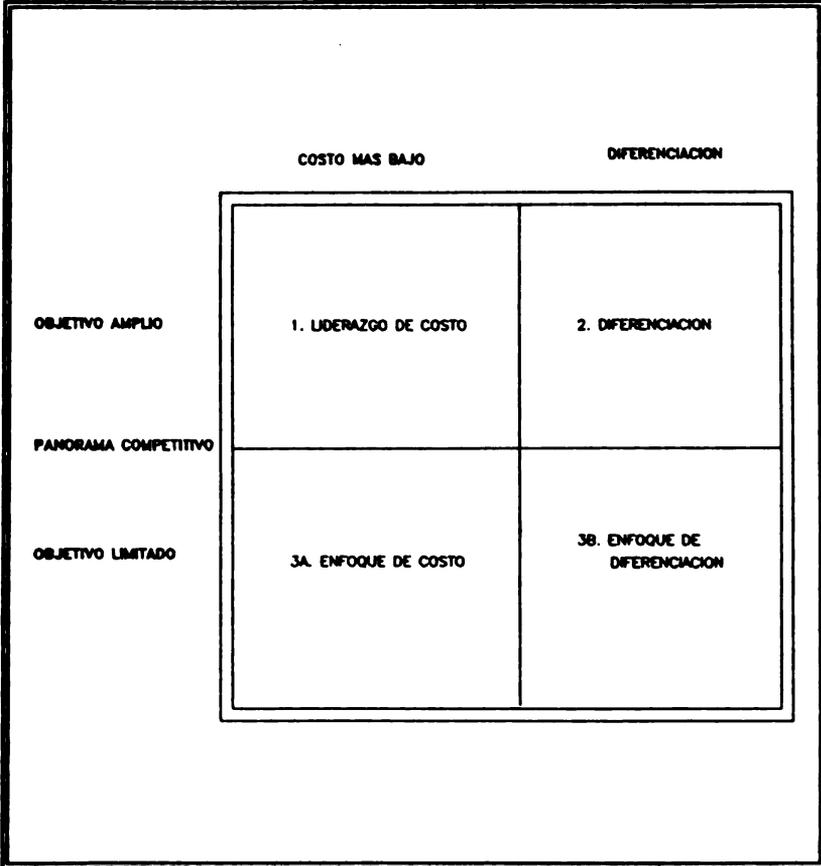


Fig. 8. Estrategias genéricas para la ventaja competitiva

Las estrategias de liderazgo en costos y de diferenciación buscan la ventaja competitiva en un amplio rango de segmentos, mientras que las estrategias de enfoque tratan de lograr la ventaja de costo (enfoque de

costo) o diferenciación (enfoque de diferenciación) en un segmento estrecho.

Cuando una firma elige un "liderazgo de costos" se propone ser la de menor costo en el sector; para ello debe encontrar y explotar todas las fuentes de ventaja de costo: economía de escala, tecnología propia, acceso preferencial a materias primas, escasa diferenciación, etc.

Alcanzar y sostener un liderazgo de costos que permita ser un ejecutor sobre el promedio en el sector, es posible siempre que los precios de los productos de la empresa estén cerca o en el promedio del sector. Tal proximidad o paridad deber lograrse en la base de diferenciación. Cuando elige una estrategia de "diferenciación", la firma se propone ser única en su sector mediante la selección de uno o más atributos deseados por los compradores. Estos son ofrecidos en forma exclusiva y a cambio se percibe un mayor precio. La paridad en costo debe lograrse en la disminución del costo en aquellas áreas que no afectan la diferenciación.

*Si la empresa elige una estrategia de "enfoque", selecciona un grupo o segmento del sector y ajusta su estrategia para servirlos con exclusión de otros. En el "enfoque de costo" la empresa busca una ventaja de costo en su segmento blanco, mientras que el "enfoque de diferenciación" busca la diferenciación en su segmento blanco. Luego, el primero explota las diferencias en el comportamiento de costos en algunos segmentos y el segundo explota las necesidades especiales de los compradores en ciertos segmentos.*

*Las acciones específicas necesarias para implementar cada una de estas estrategias varían ampliamente de sector a sector, como lo hacen las estrategias genéricas factibles en un determinado sector. Sin embargo, las dimensiones estratégicas que se presentan en el Recuadro 4 capturan, por lo general, las diferencias posibles entre las opciones de estrategia de una empresa en un determinado sector productivo.*

**RECUADRO 4**  
**DIMENSIONES DE LA ESTRATEGIA COMPETITIVA**  
**A NIVEL DE EMPRESA**

*Las dimensiones de la estrategia competitiva a nivel de empresa, que generalmente reúnen las diferencias probables entre las opciones de estrategia de una firma en un determinado sector productivo, son:*

**Especialización:** *Grado hasta el cual concentra sus esfuerzos en términos de la amplitud de su línea (cítricos vs. naranjas; hortalizas vs. repollo), de los segmentos objetivo de clientes (supermercados vs. industriales, mayoristas vs. minoristas, etc.) y de los mercados geográficos atendidos.*

**Identificación de la marca:** *Grado hasta el cual busca la identificación de la marca más que la competencia, basada principalmente en el precio o en otras variables. La identificación de la marca puede lograrse por medio de la publicidad, de la fuerza de ventas o por diversos otros medios. Este caso ha sido muy común entre las transnacionales bananeras (Chiquita Brands y Del Monte).*

**Empujón vs. jalón:** *Grado hasta el cual busca crear la identificación de la marca directamente con el consumidor final vs. el apoyo de los canales de distribución en la venta de su producto.*

**Selección del canal:** *Selección del canal de distribución que va desde los canales propiedad de la empresa a canales de especialidades y salidas de línea general. En el sector agropecuario este aspecto es crítico.*

→

**Calidad del producto:** Nivel de calidad del producto, en términos de materias primas, especificaciones, apego a las tolerancias, características (tamaño, forma, color, sabor, etc.).

**Liderazgo tecnológico:** Grado hasta el cual busque el liderazgo tecnológico/ vs. seguimiento o imitación. Es importante observar que una empresa podría ser un líder tecnológico pero no producir deliberadamente el producto de la más alta calidad en el mercado; la calidad y el liderazgo tecnológico no necesariamente van juntos.

**Integración vertical:** Grado del valor agregado, reflejado en el nivel de integración hacia adelante (p. ej. agroindustrialización de sus productos) y hacia atrás (p. ej. producción de su propia semilla), incluyendo si la empresa tiene distribución cautiva, canales propios o al menudeo, una red de servicio interna, etc.

**Posición de costo:** Grado hasta el cual busca una posición de costos bajos en la producción y distribución por inversiones en instalaciones, maquinaria y equipo para minimizar los costos.

**Servicio:** Grado hasta el cual proporciona servicios auxiliares con sus productos, tales como ayuda técnica, red interna de servicio, crédito, etc. Este aspecto de la estrategia podría considerarse como parte de la integración vertical; sin embargo, es útil separarla para propósitos analíticos.

→

*Política de precios: Posición relativa de precios en el mercado. La posición de precio por lo general estará relacionada con otras variables tales como posición de costo y calidad del producto, pero el precio es una variable estratégica especial que debe tratarse por separado.*

*Apalancamiento: Grado de apalancamiento financiero y apalancamiento de operación que tenga.*

*Fuente: Porter 1985.*

### **Estrategia Tecnológica (Porter 1988)**

Todas las actividades de la cadena del valor de una empresa implican la utilización de tecnología de algún tipo, a pesar de que una o más tecnologías pueden parecer dominantes en el producto o en el proceso de producción.

Cualesquiera de esas tecnologías puede tener un impacto importante en la competencia, siempre que afecte de manera significativa la ventaja competitiva de la empresa o la estructura del sector productivo al que ésta pertenece.

La tecnología afecta la ventaja competitiva si tiene un papel importante para determinar la posición en relación al costo o la diferenciación, pero además la tecnología afecta la ventaja competitiva mediante el cambio o influencia sobre las otras guías de costo o exclusión (factores estructurales que influyen el costo o la diferenciación, a saber: economías de escala, aprendizaje, integración, interrelación, tiempo, ubicación, patrón de capacidad de utilización, eslabones, políticas discrecionales y factores institucionales). En razón de que la tecnología de una empresa es frecuentemente interdependiente de la tecnología de sus compradores y proveedores, el cambio tecnológico en cualesquiera de ellos puede afectar la ventaja competitiva dentro de la empresa.

El cambio tecnológico de una empresa conducirá a la ventaja competitiva sostenible si:

- a. Lleva a un costo menor o a la diferenciación y puede ser protegido de las imitaciones.
- b. Cambia las guías de costo o exclusividad en favor de una empresa.
- c. Mejora la estructura general del sector productivo al que pertenece la empresa.
- d. El hecho de ser pionero en el cambio tecnológico se traduce en ventaja de primer movedor además de las inherentes a la propia tecnología.

La tecnología afecta la estructura del sector productivo si ésta se utiliza ampliamente. El cambio tecnológico que se difunde puede potencialmente afectar a cada una de las cinco fuerzas competitivas y mejorar o erosionar la atractividad del sector. El efecto potencial del cambio tecnológico en la estructura del sector significa que una empresa no puede fijar la estrategia tecnológica sin considerar los impactos estructurales. Los posibles impactos del cambio tecnológico en la estructura del sector agropecuario se ejemplifican en la Fig. 9 y en los Cuadros 2 y 3.

La estrategia tecnológica es el enfoque de una empresa para el desarrollo y uso de la tecnología. Debido al poder del cambio tecnológico para influir en la ventaja competitiva y en la estructura del sector, ésta se convierte en un ingrediente esencial en su estrategia competitiva general. La estrategia tecnológica debe tratar tres aspectos:

- a. Qué tecnologías desarrollar o adaptar.
- b. El liderazgo o referimiento tecnológico.
- c. El papel de las licencias de tecnología.

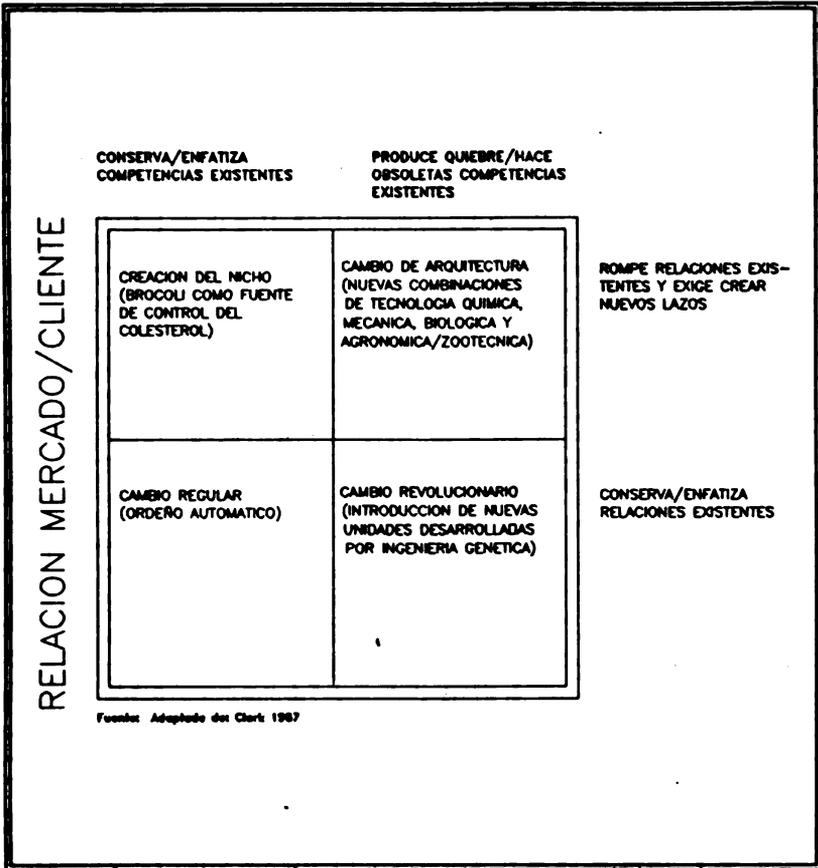


Fig. 9. Efectos del cambio tecnológico en la estructura del sector

*La elección de las tecnologías a desarrollar o adaptar*

Las tecnologías que deben ser desarrolladas o adaptadas son aquellas que contribuirán al máximo a la estrategia genérica de la empresa, comparadas con la posibilidad de éxito en desarrollarlas. Según la estrategia genérica que se siga el carácter de la estrategia tecnológica cambiará según se muestra en el Cuadro 4.

**CUADRO 2**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS CUATRO MODOS DE INNOVACION EN**  
**AGRICULTURA/AGROINDUSTRIA**

Características	Arquitectura	Cambio regular	Creación de nicho	Cambio revolucionario
Naturaleza de la incertidumbre/riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto nivel de incertidumbre con respecto a las opciones técnicas, selección del cliente y definición de mercado</li> <li>Significa incertidumbre con respecto a los competidores</li> <li>Evolución poco clara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja incertidumbre y de mercado</li> <li>Algún riesgo en la ejecución</li> <li>Evolución relativamente clara y bien definida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja incertidumbre técnica; alta incertidumbre con respecto a las preferencias del cliente y a la definición de mercado</li> <li>Algún riesgo en la ejecución; riesgo en el negocio, debido a una posible respuesta rápida</li> <li>Evolución del mercado poco clara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto nivel de incertidumbre técnica; baja incertidumbre de mercado</li> <li>Riesgo de ejecución; alto riesgo de negocio, debido a la reacción de competidores</li> <li>Evolución poco clara en lo técnico</li> </ul>
Fuente de valor presente/futuro corto plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevas concepciones de productos, y tipos de rendimiento sin precedentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoría en las dimensiones actuales de competencia (costo, calidad)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio de un nuevo segmento de mercado basado en mejoras/ajustes de rendimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoría radical en las variedades y hatos existentes (p. ej. cambio en la relación precio/rendimiento)</li> </ul>
Largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial para una nueva actividad agropecuaria con crecimiento y desarrollo posteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bases para desarrollo interno según las líneas establecidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de producto y mayor segmentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva evolución técnica; redefinición de la actividad productiva</li> </ul>
Inversiones de apoyo técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de equipos; procedimientos y organización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrenamiento; cambios para mantener al sistema; desarrollo posterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniería de aplicaciones; fabricación ágil tipo cultivo de tejidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de equipos; organización del conocimiento; procedimientos</li> </ul>
De mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información; nuevos canales; relaciones; fuerza de ventas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevos puntos de ventas; mejoría en el servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información; nuevos canales; servicio al cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información; nuevos puntos de venta</li> </ul>



Características	Arquitectura	Cambio regular	Creación de nicho	Cambio revolucionario
Contexto competitivo/ impacto. Bases de la competencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación fundamental en rendimiento de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo; despacho, calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características opcionales del producto, rendimiento, calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto de características superiores.</li> </ul>
Rol competitivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear una nueva configuración de mercado/ técnica; puede ser la base para entrar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defensivo; evitar las desventajas. Ofensivo; consolidar posición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un monopolio temporal dentro del nuevo segmento del cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de asalto a la competencia establecida, reescribir reglas.</li> </ul>
Ventaja competitiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de una tecnología propia y patentada ajustada a las demandas emergentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución; ajustes de ingeniería agronómica y ventas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en "marketing"; verificar necesidad y ajuste de la tecnología.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de experiencia técnica y habilidades en la aplicación.</li> </ul>
Reacción de competidores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción de una alternativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción de una tecnología similar; re-fuerza posiciones de firmas comparables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imitación relativamente rápida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigorosa respuesta de los competidores; posibilidad de una mejora importante en la tecnología vigente.</li> </ul>
Habilidades de gestión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentación en tiempo real/ búsqueda de nuevas ideas.</li> <li>• Asimilación de nuevas ideas/ adaptación al cambio.</li> <li>• Sintetizar diversas tecnologías para satisfacer las necesidades del usuario.</li> <li>• Aproximación empresarial al desarrollo de mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación cuidadosa/ análisis.</li> <li>• Relaciones con proveedores.</li> <li>• Solución de problemas bien definidos dentro de restricciones conocidas.</li> <li>• Ajuste de equipo/ desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para "leer" los mercados/ identificación de demandas emergentes de clientes.</li> <li>• Rápido desarrollo de productos.</li> <li>• Producción ágil.</li> <li>• Refinamiento en la tecnología, inducido por el cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo en romper convenciones del sector agropecuario.</li> <li>• Aplicación de intuición científica e ingeniería.</li> <li>• Introducción de la tecnología disciplinada por las metas que definen las realidades comerciales.</li> <li>• Flexibilidad en la organización técnica y de producción.</li> </ul>

Fuente: Clark 1987.

**CUADRO 3**  
**IMPACTO COMPETITIVO DE LA INVERSION EN INNOVACIONES**  
**TECNOLOGICAS SOBRE LAS DIMENSIONES**  
**TECNOLOGIA/PRODUCCION Y MERCADO/CLIENTE EN AGRICULTURA**  
**Y AGROINDUSTRIA**

Dominio de la actividad de innovación	Rango del impacto de la innovación	
<b>1. Tecnología/producción</b>		
<b>Desarrollo de tecnología química, mecánica, agroquímica y biológica.</b>	<b>Mejora/perfecciona las variedades o razas existentes.</b>	<b>Ofrece nuevas variedades o razas. Incorporación de tecnología radicalmente distinta a la tradicional.</b>
<b>Sistemas de cultivo/organización.</b>	<b>Fortalece la estructura existente.</b>	<b>Deja obsoleta la estructura existente; demanda nuevos sistemas, procedimientos, organización.</b>
<b>Habilidades (trabajo, gestión, técnicas).</b>	<b>Extiende la viabilidad de las habilidades existentes.</b>	<b>Destruye el valor de la experiencia.</b>
<b>Materiales/relaciones con proveedores.</b>	<b>Refuerza aplicaciones de materiales-insumos/proveedores actuales.</b>	<b>Amplias sustituciones de materiales/insumos; se inician relaciones con nuevos proveedores.</b>
<b>Activos de capital.</b>	<b>Se extiende la base de capital actual.</b>	<b>Amplias sustituciones de capitales disponibles por nuevos tipos de equipos y maquinaria agrícola y pecuaria.</b>
<b>Base de conocimientos y experiencia.</b>	<b>Se construye sobre el conocimiento disponible y se refuerza su aplicación.</b>	<b>Se establecen relaciones con nuevas disciplinas científicas; se destruye el valor de la base actual de conocimientos.</b>



Dominio de la actividad de innovación	Rango del impacto de la innovación	
<b>2. Mercado/cliente</b>		
<b>Relaciones con la base de clientes.</b>	Se fortalecen relaciones con grupo establecido.	Se atrae un gran grupo de nuevos clientes; se crea un nuevo mercado.
<b>Aplicaciones de los clientes.</b>	Se mejora el servicio en las aplicaciones ya establecidas.	Se crea un nuevo conjunto de aplicaciones; un nuevo conjunto de necesidades de clientes.
<b>Canales de distribución y servicio.</b>	Se construye sobre la base de la red de distribución y organización de servicios ya establecidos y se mejora su efectividad.	Requiere nuevos canales de distribución; nuevo servicio y apoyo de posventa.
<b>Conocimientos del cliente.</b>	Utiliza y extiende el conocimiento y experiencia del cliente en productos establecidos.	Alta demanda de nuevos conocimientos del cliente; destruye el valor de la experiencia del cliente.
<b>Formas de comunicación con el cliente.</b>	Refuerza las formas y métodos de comunicación existentes.	Se requieren formas de comunicación totalmente nuevas (p. ej. biólogos o agrónomos en la fuerza de ventas).

Fuente: Adaptado para el sector agropecuario y agroindustrial con base en Clark (1987: 59: 81).

## CUADRO 4 TECNOLOGIA DE PRODUCTO Y PROCESO Y LAS ESTRATEGIAS GENERICAS

### Algunos Ejemplos

Cambio tecnológico	Estrategias competitivas genéricas			
	Liderazgo en costo	Diferenciación	Enfoque de costo	Enfoque de diferenciación
Cambio tecnológico en el producto	Desarrollo de variedades fijadoras de nitrógeno cuyo uso disminuya los costos al bajar aplicaciones de fertilizantes.	Desarrollo de razas animales productoras de leche con mayor contenido de grasas y proteínas.	Desarrollo de variedades resistentes a enfermedades propias de las zonas comprendidas entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar que permiten disminuir el uso de fungicidas y plaguicidas.	Desarrollo de variedades productoras de pequeñas hortalizas para uso de restaurantes de lujo en las zonas urbanas.
Cambio tecnológico en el proceso productivo	Combinaciones distintas de tecnología, química, mecánica y agroquímica que permiten disminuir el uso de insumos y mano de obra.	Desarrollo de métodos de cultivo y control de plagas y enfermedades sin el uso de agroquímicos, a efecto de obtener productos libres de residuos.  Desarrollo de métodos de programación que permiten obtener productos homogéneos en calidad y tamaño.	Desarrollo de métodos de cultivo de bajo costo para el control de plagas y enfermedades de aguacate de altura.	Implante de óvulos fecundados en vientres de baja calidad genética para obtener animales de alta calidad genética para su exportación a terceros mercados como reproductores.

Fuente: Adaptado de Porter 1988:194

Al escoger las tecnologías sobre las cuales invertir, una empresa debe basar sus decisiones en un profundo conocimiento de cada tecnología importante en su cadena de valor. La elección no debe limitarse a aquellas pocas tecnologías en las que hay oportunidades para grandes y mayores descubrimientos; por el contrario, la suma de mejoras modestas en varias de las tecnologías en la cadena del valor puede resultar en un mayor beneficio para la ventaja competitiva.

### **Liderazgo tecnológico**

La búsqueda del liderazgo tecnológico supone que una empresa elige ser la primera en introducir cambios tecnológicos que apoyen su estrategia genérica.

El liderazgo se puede establecer en tecnologías empleadas en cualquier actividad de valor, no solo en tecnologías de producto o proceso; en consecuencia, al haber muchas tecnologías implicadas, así como también distintos tipos de ventaja competitiva a alcanzar, puede haber más de un líder tecnológico en un sector. Por su parte, el seguidor tecnológico elige explícitamente no ser el primero en innovaciones. La decisión de llegar a ser un líder o un seguidor tecnológico puede ser una forma de lograr un bajo costo o diferenciación, según se ilustra en el Cuadro 5. Tal decisión se basa en tres factores: mantenimiento de la iniciativa de liderazgo tecnológico, ventajas de primer movedor y desventajas de primer movedor.

- ▶ **Mantenimiento del liderazgo tecnológico:** El liderazgo se favorece si puede sostenerse porque los competidores no pueden duplicar la tecnología o porque la empresa innova tan rápido o más rápido de lo que los competidores pueden absorber. La sostenibilidad del liderazgo tecnológico es una función de cuatro factores:
- ▶ **La fuente de cambio tecnológico:** es más difícil sostener el liderazgo si la tecnología se desarrolla dentro de la empresa que si llega de fuera del sector.
- ▶ **La presencia o ausencia de ventajas sostenibles de costo o diferenciación en la actividad de desarrollo tecnológico:** la probabilidad de mantener el liderazgo es mayor si la empresa tiene una ventaja de costo o diferenciación al desempeñar el desarrollo tecnológico.
- ▶ **Habilidades tecnológicas relativas:** una firma con habilidades tecnológicas únicas frente a sus competidores probablemente se sostendrá mejor que una empresa con personal, instalaciones y administración como la de sus competidores.

**CUADRO 5**  
**ESTRATEGIA TECNOLÓGICA Y VENTAJA COMPETITIVA**

Estrategia genética	Estrategia tecnológica	
	Líder	Seguidor
Liderazgo en costo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ser pionero en el diseño y uso de métodos de cultivo de menor costo.</li> <li>● Ser el primero en lograr la curva de aprendizaje</li> <li>● Crear formas para disminuir el costo en el desempeño de las distintas actividades de valor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bajar el costo de producción de cultivos o de las actividades en la cadena del valor aprendiendo de la experiencia del líder.</li> <li>● Disminuir el riesgo y los costos en I+D imitando al líder.</li> </ul>
Diferenciación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ser pionero en el desarrollo y siembra de nuevas variedades.</li> <li>● Producir innovaciones en otras actividades para aumentar el valor para el comprador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adoptar y adaptar las variedades desarrolladas por el líder y sus otras innovaciones para diferenciar su producto.</li> </ul>

- ▶ **Tasa de difusión de la tecnología del líder:** ésta frecuentemente es mayor para las innovaciones de producto básico y proceso que para sus mejoras posteriores. Los líderes tecnológicos agresivos son exitosos tratando de demorar la difusión. Algunos factores que lo permiten son: patentamiento, secreto, desarrollo interno de prototipos y equipo de producción, integración vertical en partes clave para la tecnología y políticas de retención de empleados.
- ▶ **Ventajas de ser el primer movedor:** descansan en la oportunidad de mejorar la posición de la empresa frente a fuentes sostenibles de ventaja de costo o diferenciación. En términos generales, el primer movedor obtiene la oportunidad de definir las reglas de competencia en diversas áreas. Los tipos más importantes de ventajas de primer movedor son:
  - ▶ **Reputación:** puede producir beneficios exclusivos de imagen a largo plazo y el establecimiento de relaciones de lealtad con los clientes.
  - ▶ **Adquisición de antemano de un puesto:** se puede lograr un puesto atractivo de mercado o de producto obligando a los competidores a lograr algunos puestos menos deseables.
  - ▶ **Costos de intercambio:** si los costos de intercambio de proveedor están presentes, el primer movedor puede obtener ventajas subsecuentes indefinidamente.
  - ▶ **Selección de canales:** se puede lograr un acceso único de canal para un producto o para una generación de productos.
  - ▶ **Curva de aprendizaje propia:** se gana una ventaja de costo o diferenciación si hay una curva de aprendizaje propia en las actividades de valor afectadas por la promoción anticipada. El primer promotor empieza a bajar primero la curva en las actividades afectadas y puede establecer un costo duradero o una ventaja en la diferenciación si puede mantener ventaja sobre el aprendizaje.
  - ▶ **Acceso favorable a instalaciones, insumos u otros recursos,** al menos temporalmente.

- ▶ **Definición de estándares:** un primer promotor puede definir los estándares de tecnología para otras actividades, y obligar a los seguidores a adoptarlos.
- ▶ **Barreras institucionales contra la imitación,** por ejemplo, aseguramiento de patentes, condiciones especiales con el gobierno, etc.
- ▶ **Utilidades anticipadas:** en algunas industrias un primer promotor puede estar en la posición de disfrutar temporalmente altas ganancias a partir de su posición.
- ▶ **Desventajas de ser el primer promotor:** dos son, en términos amplios, las fuentes de estas desventajas, el costo de ser pionero y el riesgo de que las condiciones cambien.
  - ▶ **Costo de ser pionero:** incluye costos tales como obtención de aprobaciones regulatorias, logro del cumplimiento con el código, educación al consumidor, desarrollo de infraestructura (instalaciones de servicio y entrenamiento) e insumos (materias primas y nuevos tipos de maquinaria), inversión en el desarrollo de productos complementarios y altos costos de los primeros insumos (por escasez de oferta o por escala pequeña de las necesidades).
  - ▶ **Incertidumbre sobre demanda futura:** los seguidores se deciden por tecnología más novedosa.
  - ▶ **Cambios en las necesidades del comprador que pueden llevar a identificar al líder con la vieja generación de tecnología.**
  - ▶ **Especificación de las inversiones a generaciones tempranas o factores de costos:** un primer promotor puede estar en desventaja si las primeras inversiones son específicas para la tecnología corriente y no pueden ser modificadas fácilmente para generaciones posteriores.
  - ▶ **Discontinuidades tecnológicas:** podrían limitar la ventaja del primer promotor si hacen obsoletas sus inversiones en la tecnología establecida.

- ▶ **Imitación de bajo costo:** el primer promotor se expone a seguidores que pueden ser capaces de imitar la innovación a menores costos que el costo de innovar.

### *Licencias de tecnología*

La licencia es una forma de coalición con otras empresas, una forma de lograr acceso a la tecnología. Las decisiones sobre licencias son vitales si la tecnología es una fuente importante de la ventaja competitiva. La concesión de licencias puede ser deseable estratégicamente bajo circunstancias como las siguientes:

- ▶ **Incapacidad de explotar la tecnología:** autorizar licencias es apropiado si una empresa no puede explotar la tecnología en sí. Esto puede deberse a que la empresa carece de recursos o habilidades para establecer una posición sostenible, a que los competidores están demasiado protegidos como para dar un lugar en el mercado, etc. La primera motivación para dar licencias es muy frecuente actualmente en el caso de la biotecnología y la electrónica, en donde las nuevas empresas carecen de la capacidad de comercializar las innovaciones.
- ▶ **Sesgar mercados no disponibles:** otorgar mercados puede permitir a una empresa ganar algunas entradas de mercado que de otra manera no estarían disponibles para ella. Esto incluye otros sectores industriales en los cuales la tecnología es valiosa pero donde la empresa tiene poca oportunidad de entrar, o en otros mercados geográficos en los que la empresa no puede o no quiere entrar.
- ▶ **Estandarizar rápidamente la tecnología:** otorgar licencias puede acelerar el proceso por el cual el sector agropecuario o agroindustrial estandariza la tecnología de una empresa. Si varias empresas están impulsando la tecnología, dar licencias no solo la legitimará sino que acelerará su desarrollo.
- ▶ **Mala estructura del sector agropecuario o agroindustrial:** las licencias pueden ser deseables cuando la estructura del sector no es atractiva. En estos casos, una empresa debe estar mucho mejor recogiendo regalías que invirtiendo en una posición en el mercado que no dará altos

retornos. Mientras mayor sea el poder de oferta que una empresa tenga para obtener primas de licencias altas, más atractivo será el dar licencias y mantener una posición modesta para el sector en sí.

- ▶ Creación de buenos competidores: Las licencias pueden ser un vehículo para crear buenos competidores que estimulen la demanda, bloqueen la entrada y compartan los costos de ser pioneros.
- ▶ *Quid pro quo*: Una empresa puede otorgar una licencia a cambio de una licencia de la tecnología de otra empresa, asegurándose que el intercambio es justo.

Interesa anotar que las empresas deben otorgar licencias solo a no competidores o a buenos competidores, cuidándose de no cometer los dos errores que tradicionalmente se cometen: crear competidores innecesariamente en el proceso o ceder una ventaja competitiva de la empresa por una pequeña regalía.

Finalmente se menciona la importancia de que la estrategia tecnológica atienda el concepto de la Curva S, el cual propone que el rendimiento (medido en unidades apropiadas) de una innovación es muy bajo en la primera etapa, luego crece aceleradamente y termina con un crecimiento cada vez más lento cuando se alcanzan los límites de la tecnología. Cuando el rendimiento conseguido con una tecnología se estanca por un largo período, es probable que pronto aparezca una nueva tecnología que supere sus limitaciones. Por tanto, desde el punto de vista estratégico, es fundamental para una firma tratar de anticipar la obsolescencia de un producto o tecnología, pues de no hacerlo su ventaja competitiva se puede ver afectada.

En síntesis, el análisis de la competitividad a tres niveles permite concluir que en la década de los noventa la competitividad agropecuaria debe verse no solo en su dimensión local y nacional sino global, lo que supone tomar decisiones y medidas orientadas a promover la integración y coordinación de los sectores industrial-agropecuaria y de servicios, la eliminación del "dualismo tecno-económico" prevaleciente en la agricultura, la atención de nuevas demandas por factores educativos y de capacitación y la identificación y desarrollo de unidades productivas de

altos rendimientos y alta productividad en armonía con el ambiente; implica dar respuesta a problemas sociales que requieren ajustes de gran magnitud.

En el ámbito sectorial las cinco fuerzas competitivas constituyen un elemento moderno de análisis cuya aplicación al sector agropecuario resulta de gran utilidad como herramienta para obtener información que oriente la definición, por una parte, de políticas sectoriales que promuevan mercados competitivos y, por la otra, la de estrategias empresariales.

En cuanto a la unidad productiva, la aplicación del concepto de cadena del valor se constituye en la herramienta que permitirá determinar dónde está la fuente de la ventaja competitiva de la empresa agropecuaria. El conocimiento de estos elementos es, sin duda, de gran utilidad para la definición y explicitación de políticas nacionales y sectoriales orientadas a dinamizar las capacidades de innovación y mejora del sector agropecuario y de sus unidades productivas. Para el empresario agrícola, por su parte, contar con reglas de juego claras le permite definir con mayor certeza la estrategia que le conducirá a colocar sus productos y servicios en el mercado internacional.

## **ESTRATEGIAS, POLITICAS E INSTRUMENTOS DE POLITICA PARA LA INNOVACION TECNOLOGICA AGROPECUARIA**

### **Políticas económicas y su impacto en el sector agropecuario**

Luego de varias décadas de estar inmersos en un proceso de sustitución de importaciones, que en diversas ocasiones ha sido señalado como una de las causas de la baja capacidad de generación de tecnologías propias en América Latina, la mayoría de los países de la Región han iniciado en los últimos años un proceso de cambios en su estrategia de desarrollo que se ha dado en llamar "la reforma estructural de la economía". Tal como ha sido planteada en la mayor parte de los países, esta reforma incorpora dos enfoques complementarios. El primero es la *estabilización* a que debe enfrentarse una sociedad para:

- a. Preparar para el cambio a sus principales parámetros macroeconómicos tales como la divisa, las tasas de interés, el salario y los índices agregados de precios.
- b. No tener brechas perniciosas entre importaciones y exportaciones, entre ahorro e inversión y entre ingresos y egresos del sector público.

El segundo es el *ajuste estructural*, que pretende revertir la estrategia de desarrollo que ha prevalecido, orientada al mercado interno o regional bajo esquemas de alta protección y poca competitividad, a una estrategia de mayor apertura, de más inserción en la economía internacional y de un mayor énfasis hacia las exportaciones. El ajuste estructural se relaciona con:

- a. Las modificaciones en los precios relativos.
- b. La transparencia por vía presupuestaria de los subsidios y su gradual disminución.
- c. La búsqueda de la eficiencia y el dimensionamiento y direccionalidad adecuada del Estado con respecto a la economía del país.

Cada uno de estos dos enfoques opera en escalas de tiempo diferentes; la estabilización es lo dominante en el corto plazo; en el mediano plazo el ajuste estructural es lo fundamental para sentar las bases de una nueva competitividad de la economía nacional, buscar las condiciones para una mayor eficiencia y desarrollar la capacidad nacional para sostenerlas. Los objetivos de los programas de estabilización y del ajuste son diferentes. El propósito de un programa de estabilización es corregir déficits en la balanza de pagos, mientras que el propósito de un programa de ajuste estructural es, simultáneamente, reducir el déficit en la balanza de pagos, así como reactivar la producción y lograr cambios estructurales necesarios para prevenir problemas de estabilización en el futuro.

El Cuadro 6 presenta un resumen del impacto de las políticas fiscal, monetaria, comercial, laboral y cambiaria de las políticas de estabilización y de ajuste estructural en el sector agropecuario.

**CUADRO 6**  
**IMPACTO DE LAS POLITICAS ECONOMICAS EN EL SECTOR**  
**AGROPECUARIO SEGUN MÓDELOS DE DESARROLLO ECONOMICO**

Políticas	Sustitución de importaciones	Programas de estabilización	Programas de ajuste estructural
Fiscal	Se definen privilegios fiscales en favor del sector industrial, los cuales normalmente se compensan con fuertes cargas al sector agroexportador tradicional.	<p>1. Disminución de la brecha fiscal mediante incrementos a los impuestos del sector agroexportador tradicional, manteniendo una tasa nominal de cambio fija.</p> <p>(No habría conflicto si los precios en el mercado internacional se incrementaran)</p> <p>2. Imposición de gravámenes que afectan las tierras y las mejoras, lo que desestimula la tecnificación mediante la inversión en el sector agrícola.</p>	<p>1. Disminución de la brecha fiscal disminuyendo el gasto público mediante la disminución de los subsidios y la privatización de empresas estatales.</p> <p>2. Reforma tributaria conducente a gravar más el consumo que la producción y, en general, se inicia un proceso de desgravación en beneficio del sector exportador, en especial del no tradicional.</p> <p>Riesgo potencial: desgravación del sector exportador puede degenerar en una crisis fiscal que obligue a regravar o a recurrir al proceso inflacionario.</p>



Políticas	Sustitución de importaciones	Programas de estabilización	Programas de ajuste estructural
Monetaria	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tasas de interés subsidiadas que penalizan a este sector, ya que, durante el inicio de la industrialización del agro tiende a ser el generador de ahorro interno.</li> <li>2. El crédito institucional puede disminuirse en razón de que: <ul style="list-style-type: none"> <li>● El ahorro nacional no es incentivado con la consecuente disminución de la disponibilidad de crédito.</li> <li>● Se establecen incentivos crediticios en favor del sector industrial.</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El control de la inflación en el período inicial crea grandes expectativas del público, de tal modo que las tasas reales de interés llegan a estar muy altas y desestimulan con preferencia al sector agrícola.</li> <li>2. Si las tasas son controladas inadecuadamente las mismas expectativas tienden a disminuir el ahorro interno, lo que a su vez disminuye la disponibilidad de crédito, preferentemente para las operaciones agrícolas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de la expansión monetaria.</li> <li>2. Proceso conducente a revertir la "represión financiera" que pudiese existir, ajustando o liberando las tasas de interés y los límites cuantitativos de crédito, o también estableciendo una política crediticia preferencial para el sector exportador no tradicional.</li> </ol> <p>Riesgo potencial: las tasas reales de interés pueden tornarse excesivamente elevadas y desincentivar al sector productivo en general y al agro en especial.</p>



Políticas	Sustitución de importaciones	Programas de estabilización	Programas de ajuste estructural
<p>Comercial</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Altos aranceles a las importaciones que permiten al sector industrial, que es fuente de insumos agrícolas, vender su producción a precios mayores y que obligan al agricultor a importar insumos más caros si éstos no se producen internamente.</li> <li>2. Normalmente se aplican estrictos controles de precios a la producción alimenticia, lo que, unido a la política arancelaria, tiende a deteriorar los términos de intercambio industria-agro en detrimento de este último.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si para disminuir el déficit fiscal se han disminuido subsidios, ajustando tarifas de servicios públicos o aumentando aranceles a las importaciones, entonces los precios controlados de consumo interno deberán reflejar tales ajustes. Esto supone la protección a ciertos grupos para manejar el costo social en el corto plazo sin desestimular la producción en el sector.</li> <li>2. Si los subsidios al productor han jugado un papel importante, se debe entonces facilitar el proceso de ajuste haciéndolo gradualmente y brindándole la asistencia técnica y financiera necesaria para adecuar los niveles de productividad.</li> </ol>	<p>La disminución del proteccionismo implica disminuciones arancelarias y la disminución o eliminación de subsidios.</p> <p>Riesgo potencial: falta de congruencia con el resto de las políticas y manejo indebido, teórico y práctico del concepto de protección (nominal y efectiva).</p>



Políticas	Sustitución de importaciones	Programas de estabilización	Programas de ajuste estructural
Laboral		<p>1. Los salarios reales bajan y el desempleo aumenta con la consecuente disminución de la demanda interna, siendo lo normal que la demanda de los productos agrícolas de consumo básico sea de las menos afectadas.</p> <p>2. Mecanismos de compensación salarial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Vinculación de los reajustes salariales con los incrementos en la productividad de la mano de obra.</li> <li>● Medidas específicas o selectivas de beneficio a los más necesitados, p. ej. uso de bonos para adquirir algunos productos de consumo básico a precios menores a los del mercado.</li> <li>● Acuerdos entre gobernantes, productores y asalariados conducentes a congelar temporalmente los precios clave de la economía nacional (tasa de interés, tasa de cambio, precios de la canasta básica y salarios).</li> </ul>	<p>Su finalidad es mantener el costo de la mano de obra "en línea", a fin de salvaguardar la competitividad del sector productivo.</p> <p>Se persigue vincular las remuneraciones a la productividad de la mano de obra y evitar indexaciones que solamente sirvan para acelerar el proceso inflacionario y sobrevaluar la tasa de cambio.</p>



Políticas	Sustitución de importaciones	Programas de estabilización	Programas de ajuste estructural
<p><b>Cambiaría</b></p>	<p>La tasa de cambio sobrevaluada desestimula la producción exportable, la cual, durante el inicio de la industrialización, es básicamente agrícola.</p> <p>Esta consideración, unida a la política fiscal, presenta un enorme sesgo en contra del sector agroexportador tradicional.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si la brecha fiscal se cierra con impuestos a las exportaciones tradicionales, el mantenimiento de la tasa de cambio nominal fija probablemente provocará una sobrevaluación de la tasa de cambio real, por lo que un ajuste a la primera será necesario para no desestimar la producción agrícola.</li> <li>2. Lo mismo es válido si la disminución de la brecha se obtiene aumentando las tarifas de los servicios públicos o disminuyendo los subsidios que eran necesarios para alcanzar un grado de rentabilidad aceptable en el sector agroexportador.</li> </ol>	<p>Su fin es mantener una tasa de cambio real que no represente un sesgo antiexportador, por lo que una vez que se devalúa la moneda, para corregir cualquier sobrevaluación que podría haber existido, se continúa normalmente con minidevaluaciones o se deja flotar libremente la tasa de cambio.</p> <p><b>Riesgos potenciales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Creer que la tasa de inflación doméstica disminuye.</li> <li>● Dejar libre el mercado cambiario sin que existan las condiciones (*) para que éste opere sin causar especulaciones ni distorsiones.</li> </ul> <p>(*) Existencia de un mercado futuro de divisas; ausencia de estructuras monopólicas u otras que manipulen el mercado; libre determinación de otros precios clave.</p>

Fuente: Ramírez (1990:37-46).

Asimismo, resume las consecuencias que las políticas de sustitución de importaciones tienen sobre este sector. Es importante considerar que las políticas señaladas no garantizan el incremento en la eficiencia en la producción. Tampoco promueven una transformación productiva tal que se genere mayor valor agregado interno, se incrementen las exportaciones y los ingresos de divisas más allá de lo requerido para financiar las importaciones y se mejoren la competitividad internacional y la sustentabilidad ambiental de los países que las aplican. El logro de la competitividad genuina para actividades productivas que hasta la fecha únicamente han sobrevivido por la protección, sólo es posible mediante el impulso de mecanismos que fomenten la productividad, o sea, mediante mecanismos "auténticos" de fomento de la competitividad y el crecimiento (CEPAL-ONUDI 1989). Tales mecanismos son:

- a. Inversión en externalidades, mediante la ampliación de la base productiva en infraestructura y en capital humano (desarrollo de la infraestructura física y mejoramiento de la capacidad de la fuerza laboral).
- b. Estímulo a la innovación tecnológica, con incorporación de la creatividad y el conocimiento humanos en las actividades productivas.

La inversión en externalidades y el estímulo a la innovación tecnológica van desde la provisión de un marco institucional adecuado que atienda las necesidades de transformación de la base productiva (p. ej. asistencia técnica en organización de la producción y gestión de calidad, planeamiento estratégico y tecnológico, capacitación de la fuerza laboral según sus necesidades, desarrollo, transferencia y difusión de tecnología), hasta la provisión de servicios altamente eficientes, efectivos y a bajo costo a las empresas (energía, telecomunicaciones, información, almacenamiento y comercialización), de manera que se eliminen obstáculos de tipo exógeno y endógeno en las empresas dando lugar a una "competitividad estructural". Todo eso aumenta el margen competitivo de las empresas y las coloca en capacidad de actuar exitosamente, en los aspectos cuantitativos y cualitativos de su oferta, tanto en el mercado local como en los mercados internacionales.

La inversión en externalidades y la innovación tecnológica son los mecanismos que generan la modernización y el desarrollo de ventajas competitivas del aparato productivo mediante aumentos significativos en la productividad. El desarrollo de ventajas competitivas así logrado se basa en elementos genuinos y hace posible incrementar la producción y las exportaciones de los países; contribuye de manera significativa al logro de la diversificación de la producción y de las exportaciones, sin costos adicionales que la sociedad debe cubrir, como es siempre el caso de los mecanismos "espurios" que aún prevalecen en muchas de las políticas de la América Latina en los años noventa.

En América Latina, frente a los ajustes tradicionales y recesivos, se ha de empezar a plantear lo que uno de los autores de este trabajo ha llamado "la reforma estructural para la competitividad". La estrategia de reforma estructural, la estrategia competitiva de las naciones latinoamericanas y la estrategia de reconversión industrial y modernización agropecuaria deben ser una misma cosa. Las tareas de estabilización y ajuste de la economía deben enmarcarse en la superación de las debilidades competitivas de cada país, todo ello con la finalidad de elevar la calidad de vida de la población.

### **Políticas públicas para una estrategia de competitividad tecnológica de los sectores productivos**

La definición de políticas pro-competitivas para el desarrollo de los sectores agropecuario y agroindustrial se torna más difícil que en el caso de otros sectores, en razón de que éstos son proveedores de alimentos y el primero constituye la principal fuente de empleo para la mayoría de la población marginal rural latinoamericana. Se suma a esto el hecho de que la dispersión espacial de los habitantes rurales dificulta la puesta en marcha de programas de desarrollo en este medio.

Por supuesto, las tendencias del comercio mundial han añadido una dosis de dificultad, la disyuntiva "autoabastecimiento vs. apertura comercial", máxime si se consideran los altos subsidios que tradicionalmente han favorecido a los productores en el sector agropecuario, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados.

Sin embargo, conforme a lo ya planteado en este trabajo y considerando las particularidades de este sector, se estima que las políticas estratégicas deberían orientarse a la consecución de los siguientes cuatro objetivos:

- ▶ **Objetivo 1.** Promover una macroeconomía nacional estable que garantice un clima real de estabilidad social y política. Supone la definición de políticas conducentes a resolver desequilibrios macroeconómicos de corto plazo, a incentivar el crecimiento en la producción y en el dinamismo de la economía, a estimular el ahorro interno y la inversión mediante un activo sistema financiero, a reformar el Estado para que sea un ente facilitador del entorno pro-competitivo del sector productivo (infraestructura general, con énfasis en transporte, almacenamiento y comercialización, laboratorios de investigación y desarrollo, de control y certificación de calidad, etc.) y del logro del consenso social. Este objetivo abarca la mayor parte de los aspectos tradicionales de los programas de estabilización y ajuste estructural, pero los coloca ahora en una perspectiva más amplia orientada a la mejor inserción del país en la economía internacional.
  
- ▶ **Objetivo 2.** Entrenar y preparar al sector empresarial para aprovechar las ventajas que brinda la economía internacional (microeconomía competitiva). Permitirán alcanzar este objetivo el conjunto de políticas, usualmente descuidadas en los programas tradicionales de estabilización y ajuste, conducentes a fortalecer un mercado competitivo, p. ej. reducción de las barreras de entrada para el surgimiento de nuevas empresas y la reconversión o modernización de las existentes, estímulo a la productividad en empresas y sectores productivos, mejoramiento de la calidad, normalización y metrología, promoción de la capacidad nacional para la gestión tecnológica y gerencial, estímulo al desarrollo de la innovación y del espíritu empresarial en el agricultor para que sea impulsor de la sostenibilidad de los recursos naturales e incorpore un mayor grado de elaboración a sus productos. Estas acciones constituyen, en buena medida, las tareas de la modernización o reconversión productiva.

- ▶ **Objetivo 3.** Invertir en la especialización de recursos humanos y en movilidad social. Incluye el conjunto de políticas conducentes a la capacitación, entrenamiento y formación del recurso humano en los distintos aspectos críticos para la competitividad de una nación, así como para tener una productividad sostenida del factor de producción fuerza de trabajo y promover la movilidad ocupacional en la economía. Esto incluye, por lo tanto, acciones en materia de calidad de vida y de política social en general y acciones en aspectos enfocados a la superación y alivio de la pobreza, los cuales son de gran trascendencia en la población rural latinoamericana que, con niveles muy bajos de productividad, representa una tercera parte de la PEA total. Este objetivo resalta el hecho de que hoy un factor crítico de la competitividad sostenida es la destreza, versatilidad, eficiencia y productividad del recurso humano.
  
- ▶ **Objetivo 4.** Fortalecer los vínculos mundiales como un medio para lograr la competitividad internacional sostenida. Supone la definición y ejecución de políticas que faciliten la integración del país con el mundo mediante, entre otros aspectos, la disponibilidad de información sobre mercados y tecnología, el incremento de la capacidad nacional de negociación de tratados de libre comercio y de acuerdos en el GATT, la promoción de un marco legal y estímulos para co-inversiones, inversión extranjera y alianzas estratégicas, así como la definición de acciones de integración entre empresas de zonas francas y empresas nacionales. Este objetivo señala acciones para fortalecer los vínculos con el exterior de una forma tal que la economía nacional saque el mejor provecho en cuanto a transferencia de conocimientos, tecnología, mercados e información.

Esos cuatro objetivos y sus políticas se constituyen en una agenda alternativa, integral y pro competitiva que posibilita a cada país no sólo una mayor inserción en el mundo, sino también una mejor apertura para integrarse con éxito a la economía internacional. Antes que un producto terminal, la reforma estructural es un proceso cuyo éxito depende en gran medida de saber escoger las políticas acertadas y unos pocos objetivos clave, y en lograr la concertación nacional para darle legitimidad y liderazgo para hacerlo realidad.

En las Figuras 10, 11, 12 y 13, se presentan los efectos de estas políticas de reforma estructural para la competitividad en pro de la modernización del sector agropecuario. Manejar la lógica de estos efectos y sus causalidades es una de las tareas centrales de la gestión pública en los noventa.

### **Innovación y modernización tecnológica: marco institucional y políticas**

Se ha mencionado que de todos los elementos que permiten obtener una ventaja competitiva, uno de los más importantes es el progreso tecnológico y, en particular, la innovación tecnológica. La modernización de los sectores agropecuario y agroindustrial deberá lograrse incorporando en sus procesos productivos, de una forma sistemática, la tecnología; la ausencia de esta acción es una de las causas por las que se requiere tal modernización. La tecnología está contenida en los insumos, infraestructura, equipos y máquinas, pero la mayoría de los conocimientos tecnológicos están contenidos en las cabezas de la gente, en las estructuras organizacionales y en los patrones de comportamiento (*humanware*), aspectos que a su vez están condicionados por las estrategias de diferentes actores sociales y por sus patrones de conflicto y cooperación.

Entendido de esta manera, el cambio tecnológico no puede ser separado de las estructuras de los mercados, de los patrones de competencia y de regulación social, de las políticas macroeconómicas, de la calidad del sistema educativo y de la fuerza de trabajo (Ernst y O'Connors 1989). Las políticas para los sectores productivos usualmente se centran en fortalecer los aspectos precompetitivos del proceso productivo. Es claro que el mercado es capaz de contribuir a promover ese tipo de actividades, incluidas las de innovación, pero los procesos involucrados son altamente complejos. Las señales de precios y de rentabilidad constituyen una poderosa herramienta en ese sentido, pero sólo en condiciones estables, sin situaciones como la actual, de rápidos y profundos cambios de paso a un nuevo paradigma productivo, tecnológico y organizativo.

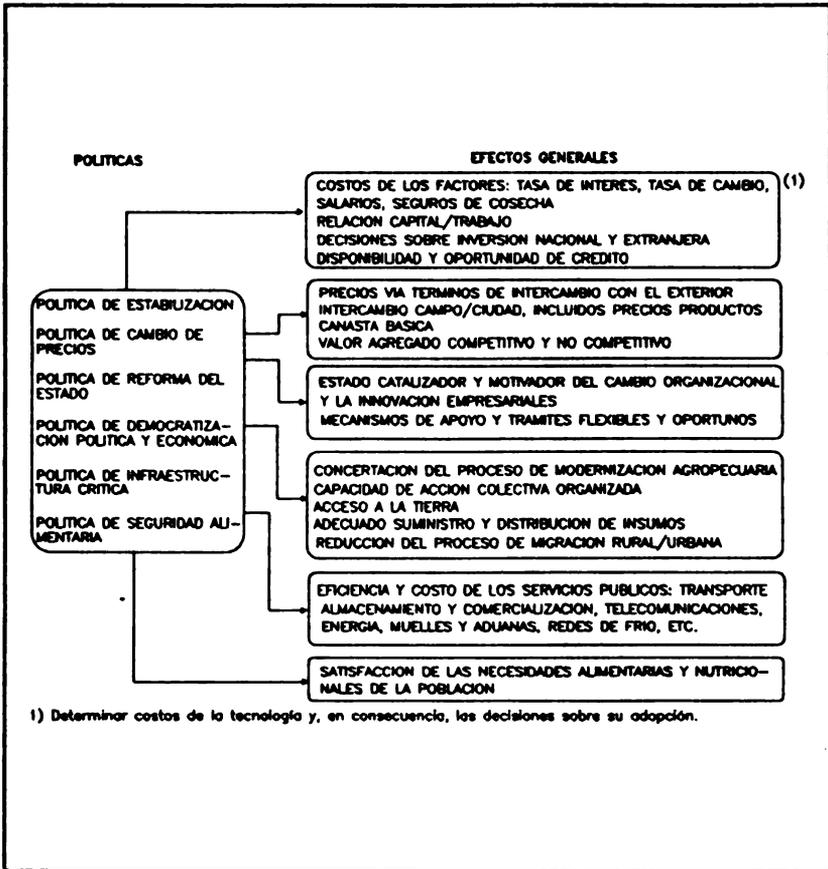


Fig.10. Objetivo de macroeconomía estable

Hasta ahora los esfuerzos de política gubernamental para compensar los efectos de la difusión del cambio tecnológico en la agricultura (por ejemplo, cambios en la estructura agraria, en la población rural y en el comercio) se han concentrado en apoyar precios y en promover la disminución del área cultivada para disminuir la producción (Riepe y Martin s/f).

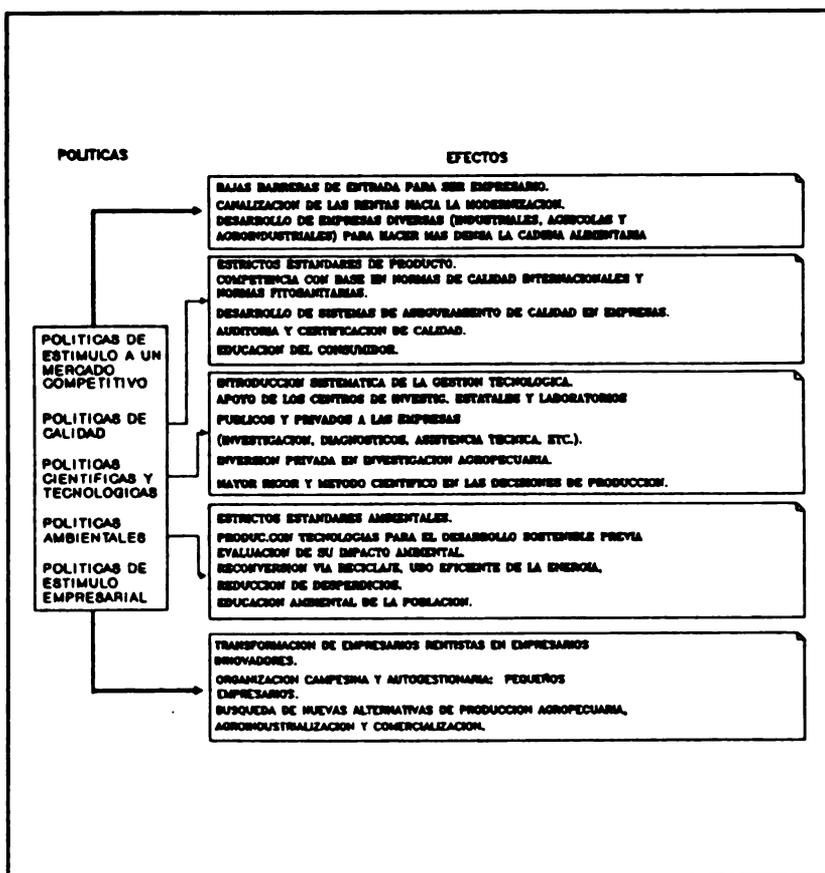


Fig. 11. Objetivo de microeconomía competitiva

En cualquier organización (empresa, sector o nación), si el cambio va a ser efectivamente controlado formal o informalmente, se requiere la administración estratégica. Los aspectos sociales, culturales y políticos crean los supuestos y creencias que son compartidos en una organización. El reconocimiento de la cultura organizacional es un aspecto importante de la administración estratégica, de la asignación de los recursos para la reconversión o modernización, y para la política agropecuaria y agroindustrial en general.

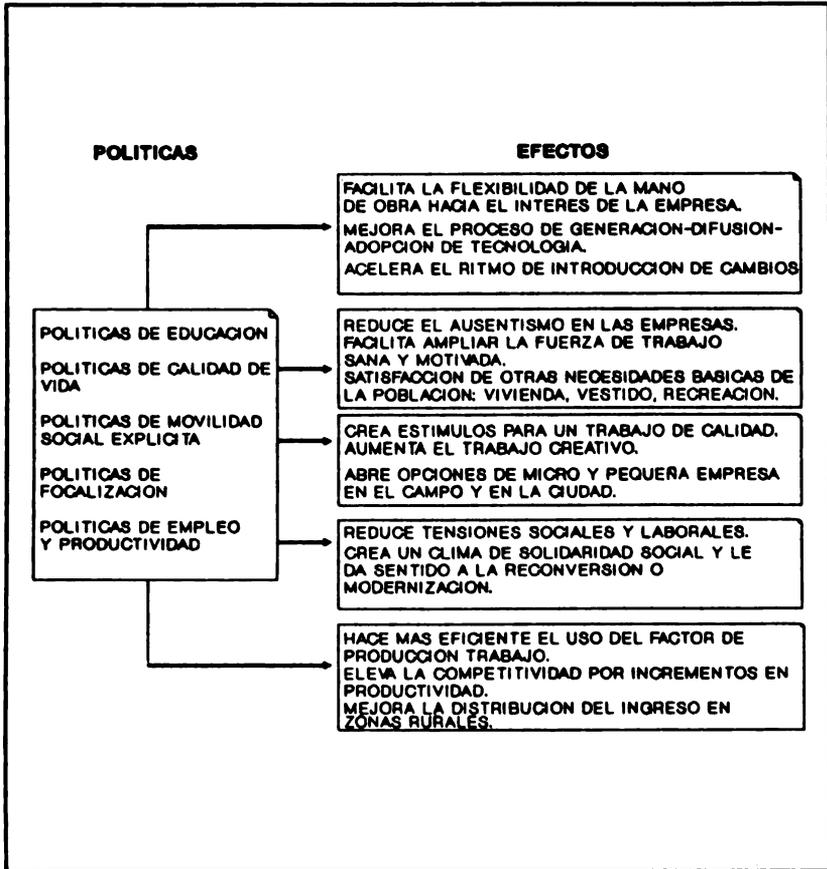


Fig. 12. Objetivo de inversión en recursos humanos

Para poder lograr la modernización por generación de innovaciones tecnológicas, los sistemas administrativos deberían transformarse de manera consecuente: debe haber una correspondencia entre las estrategias que se pretende impulsar y la cultura organizacional. Por ello un aspecto central en la política de reconversión o modernización es reestructurar las creencias y supuestos sobre los cuales las estrategias institucionales y empresariales se desarrollan.

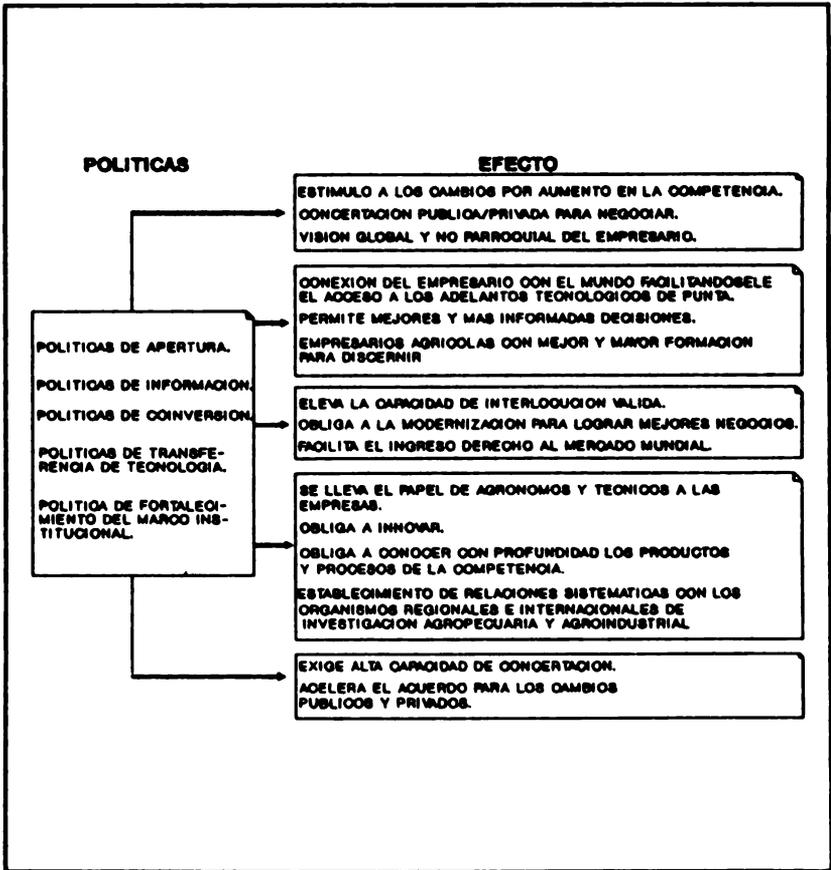


Fig. 13. Objetivo de vínculos mundiales

Además de superar las fallas del mercado y crear entornos competitivos, se requiere enmarcarse en una estrategia de transformación estructural de la producción, lo que supone el cambio organizacional e institucional hacia el nuevo paradigma gerencial. Este cambio organizacional abarca al Estado y a la empresa; sobre el particular se comenta en los próximos incisos.

**Nuevo marco institucional para la innovación tecnológica agropecuaria**

Los cambios institucionales en el Estado son parte del proceso para impulsar la innovación tecnológica. El Estado necesario para la transformación estructural en el contexto de la era de la información debe ser de mejor calidad, de mejor capacidad y con orientación estratégica.

En economías en desarrollo el Estado debe ser capaz de: (Lahera 1990)

- a. Lograr acuerdos en materia de gobernabilidad de la sociedad. Esto significa un Estado ágil que se enfoca y concentra en un pequeño conjunto de variables estratégicas y logra el consenso nacional sobre éstas. Esto proporciona la direccionalidad estratégica necesaria para la transformación estructural y, dentro de ésta, para la reconversión agropecuaria.
- b. Aplicar y llevar adelante con éxito políticas sociales y de equidad que contribuyan a elevar la calidad de vida y la participación de la sociedad civil en la transformación estructural.
- c. La ejecución de políticas para crear o desarrollar las ventajas competitivas y los empujes estratégicos para insertarse en el nuevo paradigma productivo, tecnológico y organizativo.

Es posible señalar varios niveles principales de acción para lograr un marco institucional y de reforma del Estado útil para la reconversión o modernización:

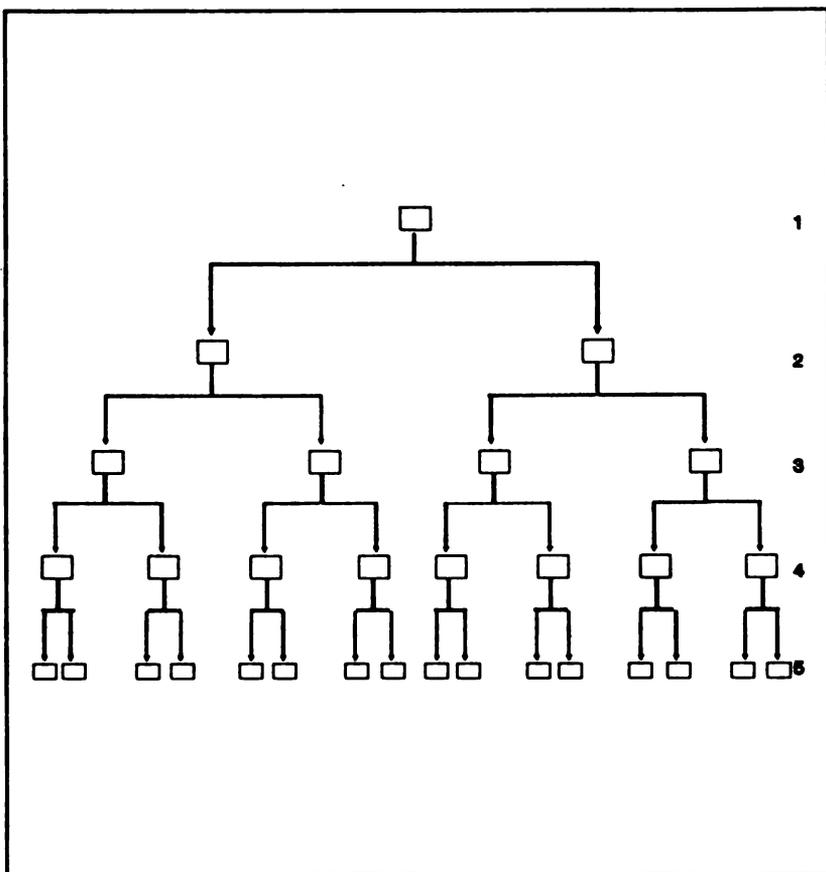
- ▶ La eliminación de obstáculos, distorsiones y muletas.
- ▶ El suministro de recursos facilitadores del cambio.
- ▶ El establecimiento de un marco de consenso estratégico para guiar la transformación.
- ▶ El desarrollo del marco institucional y organizacional.

Lo que se busca es construir una capacidad de administrar políticas, coordinar políticas, diseñar y llevar a la práctica la secuencia de los cambios institucionales e implementar los programas adecuados de modernización (Meyanathan 1990).

Para el sector agropecuario, emprender iniciativas en ese sentido implica una ruptura con los viejos esquemas de proteccionismo no pro-competitivo e intervención estatal no pro-productividad que han predominado fundamentalmente en el mercado de los productos agropecuarios. Asimismo, implica tomar acciones para incrementar la capacidad de sus instituciones para utilizar los recursos humanos y económicos disponibles, para evolucionar de lo que Stephen Biggs ha llamado un "modelo de fuente de innovación central", en adelante modelo central, a un "modelo de fuentes de innovación múltiples", en adelante modelo múltiple (Biggs 1990).

El primero de ellos, el modelo central, es el que utilizan los científicos para describir el sistema en el cual trabajan. Este sugiere que la mayoría de las innovaciones técnicas e institucionales de importancia se han originado en los centros de investigación internacionales; luego éstas han sido trasladadas, en su orden, a los sistemas nacionales de investigación, a las agencias de extensión y, por último, a los productores. El proceso de investigación-extensión-adopción diseñado conforme a este modelo es lineal. En forma gráfica el modelo central puede ser representado tal y como se ilustra en las Fig. 14. Sus características distintivas son las siguientes:

- ▶ El papel de las instituciones y grupos relacionados es claro y específico, pues está definido por mandatos internacionales o nacionales. El productor es quien adopta tecnologías y quien dentro del sistema tiene problemas cuya solución es resultado de la retroalimentación con los agentes de extensión y los investigadores.
- ▶ La investigación es un conjunto de etapas. Los científicos desarrollan tecnología en el centro; ésta es adaptada en etapas subsecuentes antes de su demostración a los productores, quienes la adoptan en las etapas finales.



1. Centros Internacionales de Investigación Agrícola
2. Centros Nacionales de Investigación Agrícola
3. Sistema Nacional de Extensión Agrícola
4. Agricultores que adoptan primero
5. Otros agricultores.

Fig. 14. Estructuras de un modelo central de innovación

- ▶ Las capacidades de investigación y extensión son transferidas por los centros internacionales de enseñanza o por los países desarrollados.

Estos, en una primera etapa, nos transfieren material, luego prácticas de administración agrícola, *know-how* y anteproyectos. Por último, la capacidad de generación de tecnología mediante la construcción de instituciones, entrenamientos y el traslado de expertos.

- ▶ El proceso de promoción y generación de tecnología es jerárquico.
- ▶ Las redes para intercambio de materiales e información permiten el intercambio horizontal entre científicos de distintos países; sin embargo, contribuyen a reforzar la naturaleza jerárquica del modelo central.
- ▶ El modelo central es fuertemente lineal en la administración del tiempo.
- ▶ El modelo trata la tecnología como si fuera algo que puede ser definido concretamente y que puede ser desarrollado y transferido como paquetes con diferentes grados de sofisticación a los distintos niveles del sistema. A su vez, la clientela de productores es dividida en grupos que utilizan distintos paquetes y las instituciones son clasificadas según su capacidad de investigación adaptativa o aplicada.
- ▶ Las fuentes de innovación están en la cúpula del sistema. Los demás actores solo ofrecen insumos para su posterior clasificación y uso selectivo; por lo tanto, no son fuentes importantes de innovaciones tecnológicas, institucionales y metodológicas.
- ▶ En este modelo no se considera el papel que desempeñan los factores políticos, económicos e institucionales en la generación, promoción y uso de la tecnología agrícola.

El segundo modelo, el múltiple, es el que explica mejor el comportamiento actual de los investigadores, instituciones de investigación y los sistemas de extensión. Este sugiere que las innovaciones tecnológicas tienen origen en distintas fuentes; los centros internacionales de investigación son una de ellas; otras fuentes son los mismos productores, los extensionistas, las organizaciones no gubernamentales y los sistemas nacionales de investigación.

En forma gráfica el modelo múltiple puede ser representado como se observa en la Fig. 15. Sus características distintivas son las siguientes:

- ▶ En contraste con el modelo central, las innovaciones pueden venir de múltiples fuentes. Hay diversidad de actores públicos, privados e institucionales que realizan investigación informal y formal.

Entre los ejecutores de investigación informal están quienes desagregan los paquetes, seleccionan lo relevante a las condiciones locales y descartan lo demás; mantienen escaso o ningún contacto con los investigadores y extensionistas. Asimismo, el papel de las organizaciones no gubernamentales está empezando a ser bastante reconocido; éstas, en conjunto con las instituciones gubernamentales, crean nuevos métodos para la organización y administración de los sistemas de investigación y extensión.

Otras fuentes importantes de innovación son las corporaciones privadas, los centros internacionales de investigación y las agencias de extensión.

- ▶ En este modelo la generación de tecnología y las actividades promotoras toman lugar en un contexto político, económico e institucional definido históricamente.
- ▶ El contexto histórico permite comprender mejor los distintos factores que contribuyen al cambio tecnológico. Por ejemplo:
  - ▶ En este modelo no hay una clasificación única de lo que es una tecnología, ni una distinción entre tecnología moderna o tradicional. La tecnología se crea con muchos componentes, viejos y nuevos, evoluciona y se modifica continuamente en el tiempo.
  - ▶ El momento histórico define lo que es considerado como una investigación importante.
  - ▶ Hay algunas innovaciones que siempre van a ser "redescubiertas" y son, por lo tanto, viejas y nuevas al mismo tiempo. Lo impor-

tante no es distinguir en ese sentido, sino más bien entre lo que es de uso actual y potencial para la sostenibilidad de un método.

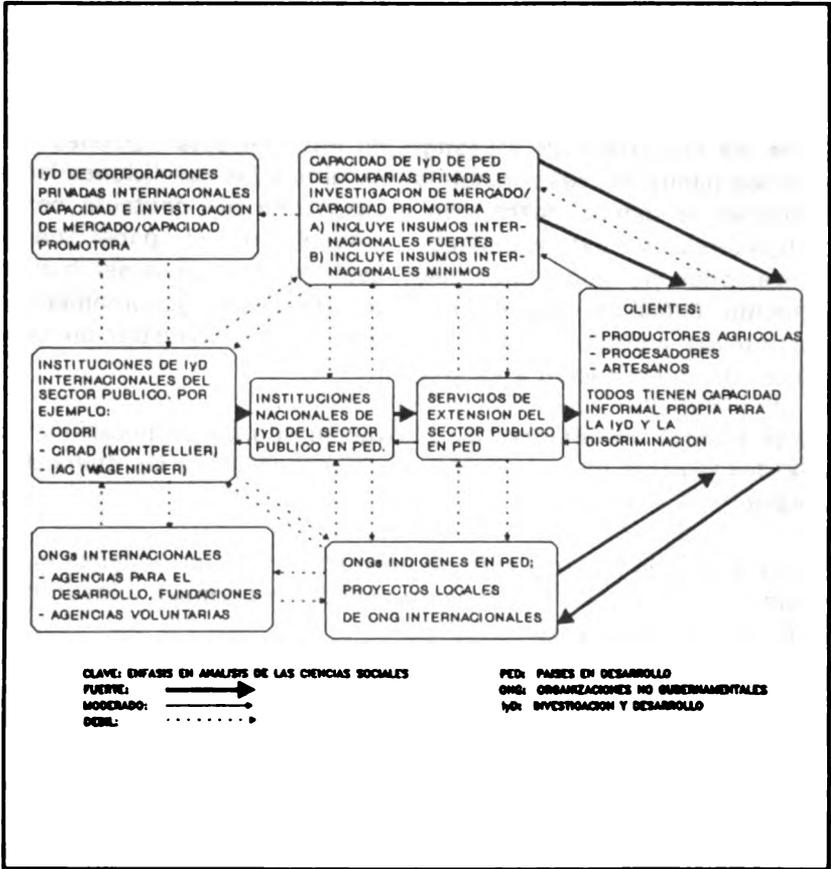


Fig. 15. Marco general de investigación agrícola: interacción entre instituciones

- La dimensión histórica permite comprender cómo y por qué los centros de investigación han evolucionado. La práctica de la investigación y la promoción en los países desarrollados ha incorporado un rango diverso e interactivo de participantes. En

muchas circunstancias hubo un traslape entre las capacidades formales e informales de investigación y extensión que no ha sido reconocido formalmente por las instituciones formales.

- ▶ Así como hay multiplicidad de actores en los sistemas de investigación y extensión, existen diversos intereses en cada uno de ellos, los cuales pueden clasificarse a grandes rasgos del siguiente modo:
  - ▶ La investigación como parte de actividades que buscan beneficios y rentas: aunque esta situación se asocia con las corporaciones privadas, se ha sugerido que en buena medida la dirección y el contenido de la investigación en centros internacionales y nacionales han estado determinados por la disponibilidad de recursos, y que los administradores de la investigación se comportan como "cazadores de utilidades".
  - ▶ La investigación como comportamiento administrativo: la organización y administración de los sistemas de investigación y extensión del sector público son similares a los de otras organizaciones del sector público. Los determinantes administrativos y financieros que están presentes en estas entidades contribuyen a explicar la dirección, contenido y producto de estos sistemas.
  - ▶ La investigación como búsqueda académica: el grupo de científicos que trabaja en esta línea mantiene una serie de criterios que también influyen en la dirección y el contenido de las actividades de investigación. Estos criterios constituyen el énfasis primario del modelo central.
- ▶ Una quinta característica del modelo múltiple es que coloca el énfasis sobre el estado continuo de desequilibrio en los sistemas de producción e investigación agrícola. Es en un contexto de cambio continuo que los grupos de interés económico, administrativo y científico guían sus actividades. El modelo central promueve la idea de que la ciencia es una actividad sistemática y ordenada. El modelo múltiple sugiere que la práctica de la investigación es muy distinta.

Biggs establece que el modelo central es dominante en los sistemas de investigación agrícola, lo que se hace evidente porque sus ideas y conceptos dominan su lenguaje y frecuentemente su práctica. Por ejemplo:

- ▶ Cuando es utilizado el concepto de transferencia de tecnología, generalmente se asume que se refiere a la transferencia de tecnología de los centros de investigación a los agricultores. Rara vez se emplea para referirse a la transferencia de conocimiento y tecnología de los agricultores innovadores, los agentes de extensión u otros actores de la investigación hacia los centros de investigación.
- ▶ La referencia a algunos problemas como "problemas de segunda generación". Esto implica que hay problemas que al comienzo no fueron previstos (aunque sí por una minoría que al parecer no fue escuchada) y que han sido ocasionados por la transferencia de tecnología de instituciones del centro. Este argumento sugiere que en el pasado el centro actuó bien y que aunque hubieron problemas de segunda generación el centro podrá tratar con ellos; además sus ideas originales continúan siendo correctas. Evolucionar al modelo múltiple es reconocer que es el contexto político el que determina a cuáles actores escuchar y cuándo tomar las decisiones de ciencia y tecnología.
- ▶ Un tercer ejemplo del dominio del modelo central es la separación entre investigación para incrementar la productividad e investigación de mantenimiento. Esto hace perder la perspectiva de integración que existe. El modelo múltiple sugiere buscar las innovaciones en muchos lugares y no solo en la investigación para incrementar la productividad.
- ▶ La participación en actividades tales como demostraciones al agricultor, días de campo y otros programas ha demostrado a los investigadores y extensionistas con buena percepción que el conocimiento de los investigadores no es superior.

Ante tal dominio del modelo central, la pregunta a responder es: ¿Por qué domina el modelo central a pesar de que el modelo múltiple refleja

mejor la diversidad que existe en la práctica? Biggs ofrece las siguientes respuestas:

- ▶ Existe escasez de recursos financieros, investigadores y otros recursos de investigación.
- ▶ Hay elitismo en la educación e investigación.
- ▶ Existe necesidad de prestigio y reconocimiento.
- ▶ El modelo central provee un marco estructurado que aparenta ser menos incierto.
- ▶ El modelo central mantiene su atención lejos de los factores políticos, ordinarios y rutinarios que permean la investigación, por lo cual tiene mayor influencia sobre la dirección y el contenido de los programas de investigación.
- ▶ El modelo central está más acorde con los requerimientos administrativos del gobierno y de contabilidad de los organismos donantes que favorecen la evaluación y el monitoreo.
- ▶ Presencia de enclaves académicos y administrativos.
- ▶ El entrenamiento de los científicos y la literatura disponible para comprender los procesos pasados de investigación y de promoción de la tecnología agrícola no abordan sistemáticamente el contexto en que éstos han ocurrido. Esta es quizá la razón más importante del dominio del modelo central.

En consecuencia, la evolución de los sistemas de investigación agropecuaria a un modelo de fuentes de innovación múltiples tiene implicaciones para la política de investigación agrícola que se tratarán en el siguiente inciso, pero también requiere, tal y como se mencionó anteriormente, cambios organizacionales a nivel de empresa considerando el contexto político, económico e institucional.

Así, por ejemplo, en el contexto de la economía global cuatro elementos son claves en la organización de las empresas: integración descentralizada, mejora continua y aprendizaje constante, flexibilidad y adaptabilidad y, finalmente, redes entre empresas (Pérez 1989), según se muestra en la Fig. 16.

En primer término se buscan estructuras horizontales, menos jerarquizadas, con fuertes vínculos hacia atrás con proveedores y hacia adelante con clientes. En segundo término se busca que la empresa sea una organización de aprendizaje, de resolución de problemas, de innovación continua.

En tercer término, se han desarrollado nuevos tipos de economías además de las tradicionales economías de escala: producir un amplio rango de productos para diversos mercados y la producción para nichos específicos de mercado bajo una estrategia de enfoque. Ambas nuevas economías se basan en un estrecho contacto con el cliente, fabricación a la medida determinada por la demanda y una gestión de la calidad total que corta desde los proveedores hasta el servicio posventa a los clientes. En cuarto término, y no por último menos relevante, se cuenta el desarrollo de redes. Estas redes entre sector público y privado, entre sectores comerciales y no comerciales y entre diversas empresas, son la forma de asignar recursos entre el mercado y la administración intrafirma.

Estos cuatro elementos sugieren la necesaria integración de los sectores industria-servicios y agricultura; los primeros son importantes proveedores de insumos para la producción agropecuaria (maquinaria y equipo, agroquímicos, productos veterinarios, información tecnológica y de mercado, asistencia técnica, etc.) y, viceversa, el tercero es importante fuente de insumos, sobre todo para la producción agroindustrial. A su vez, sugieren la necesidad de impulsar nuevos estilos gerenciales que promuevan, entre otros, la cultura de la calidad y la creatividad y participación de la mano de obra agrícola en la solución de problemas y en el mejoramiento del proceso productivo, sobre todo en lo pertinente a la mayor elaboración de los bienes agropecuarios y a la protección y conservación ambiental.

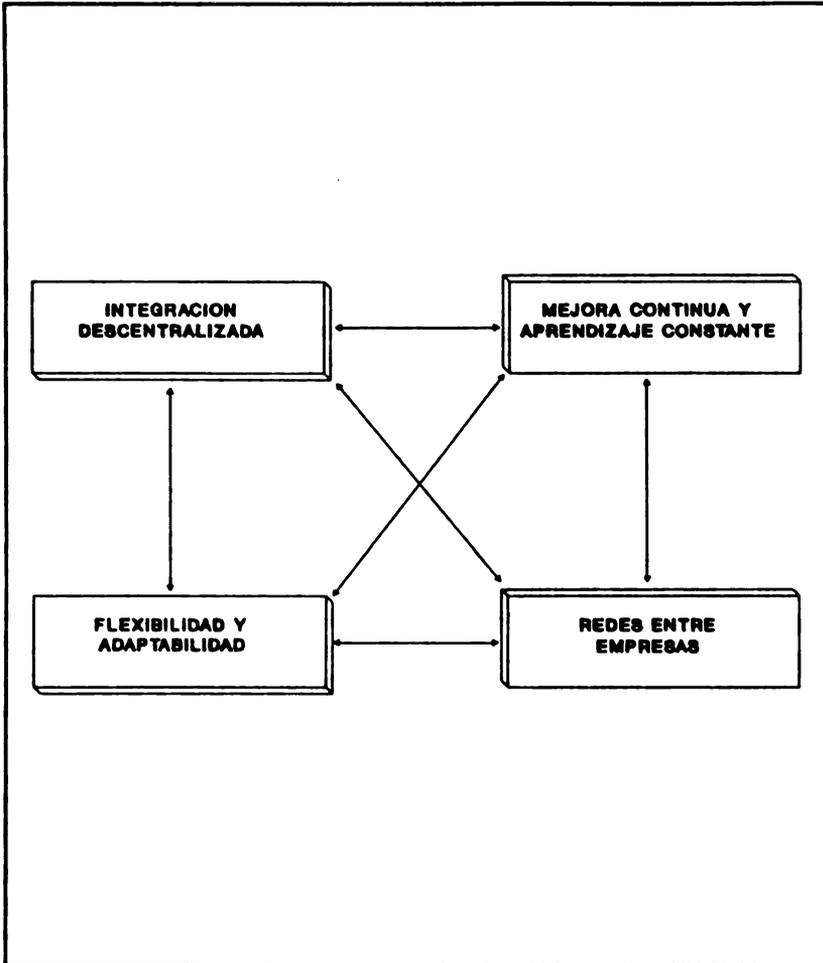


Fig. 16. Elementos clave de la organización empresarial en una economía global.

La adopción de las nuevas tecnologías de información y biotecnologías proporciona importantes herramientas para dar a la organización de la empresa agropecuaria mayor adaptabilidad y flexibilidad para responder a las condiciones cambiantes del mercado.

Por último, estos elementos ponen en evidencia la necesidad de fortalecer mecanismos de coordinación regionales y nacionales, tales como la Red Latinoamericana de Biotecnología y la Red Regional de Educación e Investigación en el Área Agropecuaria y de los Recursos Naturales Renovables (REDCA). Tal integración en redes es particularmente importante para el sector agropecuario, dada la multiplicidad de actores que intervienen en su desarrollo. Obsérvese en el Cuadro 7 los tipos de entidades que participan en la ejecución o promoción de actividades de investigación agropecuaria; a ellas habría que agregar otras instituciones con funciones complementarias, tales como: organismos del sistema financiero, entes responsables de la definición de políticas económicas e instituciones públicas encargadas de realizar las inversiones estratégicas (infraestructura, salud, educación, etc.).

### **Nuevas políticas e instrumentos de innovación tecnológica en el sector agropecuario**

El propósito de este trabajo es proponer elementos metodológicos para evaluar el papel de la innovación tecnológica en la competitividad del sector agropecuario, a fin de contribuir a la formulación de nuevas políticas científicas y tecnológicas en este sector. Sin embargo, se considera conveniente presentar algunas consideraciones relacionadas con las viejas políticas científicas y tecnológicas, no solo porque probablemente muchas de ellas continuarán teniendo impacto en la innovación tecnológica, sino también porque éstas pueden orientar en la identificación y formulación de aquéllas.

Un estudio de prospectiva científica y tecnológica realizado en Costa Rica intentó determinar el impacto de estos instrumentos en el desarrollo de 37 agregados científicos y tecnológicos, determinándose previamente el impacto que cada uno de estos agregados tiene sobre los sectores de la matriz insumo-producto, dentro de los cuales se incluyen ramas agropecuarias. (Agregado: concepto equivalente a tecnología que se emplea en este proyecto para abarcar tanto el conocimiento tecnológico como el conocimiento científico que lo posibilita. Los agregados se definieron mediante un proceso de agregación y exclusión de los diferentes campos definidos por UNESCO, excepto los campos de las Ciencias Sociales).

**CUADRO 7  
TIPOS DE ORGANIZACIONES PUBLICAS Y PRIVADAS QUE  
CONDUCEN O APOYAN LA INVESTIGACION AGRICOLA**

<b>Sector público</b>	Departamento de ministerios de agricultura, ganadería, recursos naturales, educación, ciencia y tecnología y otros. Institutos de investigación nacional. Consejos nacionales de investigación. Universidades Paraestatales Centros internacionales de investigación agrícola		
<b>Sector privado</b>	<b>No comerciales</b>	Universidades/Fundaciones/ Organizaciones voluntarias/Agencias de cooperación con sector privado	
	<b>De orientación comercial</b>	<b>Compañía de insumos</b>	Semillas Alimentos para animales Productos veterinarios Agroquímicos Maquinaria y equipo
		<b>Sector agrícola</b>	Agricultores Cooperativas y asociaciones de productores Plantaciones Otras firmas grandes
		<b>Sector alimentos</b>	Compañías procesadoras del sector alimenticio
		<b>Firmas consultoras</b>	Servicios de asistencia técnica Asesoría administrativa

Nótese que este enfoque varía en la medida en que analiza el impacto de los instrumentos sobre el desarrollo de determinada tecnología (agregado tecnológico) y no el impacto de los instrumentos sobre el desarrollo tecnológico de determinado sector productivo. Esto supone que el fortalecimiento de un agregado tecnológico afecta el desarrollo de múltiples sectores productivos y no solo al sector agropecuario, lo cual pone en evidencia que la integración entre sectores (industria-agricultura-servicios) también se da a este nivel. Es claro también que existe interrelación entre los agregados.

El estudio identificó seis agregados científicos y tecnológicos que son los que más inciden en el desarrollo de los sectores agropecuario y agroindustrial, a saber: agronomía/forestal y botánica, zootecnia/veterinaria y pesca, biotecnología, tecnología de alimentos, tecnología mecánico-industrial y ciencias de la tierra (Para su definición, ver Recuadro 5).

A su vez, la investigación determinó que los instrumentos de política científica-tecnológica explícita son los que mayor incidencia tienen sobre el desarrollo de estos agregados, entre ellos y en este orden: financiamiento de proyectos de investigación y servicios de información científica y tecnológica, entrenamiento del personal de la empresa y créditos de riesgo, incentivos a la innovación y garantía de la calidad, así como normalización y refuerzo a la capacidad local de planificación y gestión de tecnología (Ver Cuadro 8).

El grado de impacto de cada instrumento, medido en una escala de cero a cinco, donde cero es un impacto nulo y cinco un impacto muy alto, es una función del nivel de competitividad o desarrollo del agregado y del salto tecnológico que Costa Rica espera alcanzar en los próximos 10 años, razón por la cual estos resultados no pueden generalizarse al resto de los países latinoamericanos, pero al menos ofrecen una guía para la definición de instrumentos de política para la promoción del desarrollo y aplicación productiva de conocimientos. El nivel de competitividad del agregado constituye el nivel actual de implantación del agregado en el país, definido a partir de un patrón determinado por la existencia de conocimiento más avanzado en el contexto mundial.

**RECUADRO 5**  
**DEFINICION DE LOS AGREGADOS**  
**CIENTIFICO-TECNOLOGICOS QUE INCIDEN EN EL**  
**DESARROLLO DEL SECTOR AGROPECUARIO**

1. **Agronomía/forestal y botánica:** manejo, protección y cosecha de cultivos forestales, alimenticios, de especias, colorantes y otros, incluidos aspectos biológicos y fisiología poscosecha de vegetales.
2. **Biotecnología:** utilización y manipulación de procesos biológicos empleando agentes microbianos, células vegetales o animales y sus derivados para generar o modificar productos y procesos, mejorar plantas o animales y desarrollar microorganismos para su aplicación en la producción agropecuaria, salud, producción de alimentos, diseño y selección de equipos tales como reactores enzimáticos, etc.
3. **Ciencias de la tierra:** estudio del medio abiótico terrestre, incluidos meteorología, geología e hidrología.
4. **Tecnología de alimentos:** procesamiento, elaboración, conservación, modificación, síntesis de bebidas y alimentos (humanos y animales), incluidos aspectos de fisiología post-mortem de animales, higiene, comercialización, etc.
5. **Tecnología mecánico-industrial:** diseño y fabricación de equipos mecánicos de empleo genérico.
6. **Zootecnia, veterinaria y pesca:** manejo y salud de animales domésticos, peces e invertebrados y su cosecha, así como también la explotación y conservación de la fauna silvestre y los recursos pesqueros, incluidos aspectos biológicos.

Fuente: CONICIT 1991.

**CUADRO 8**  
**IMPACTO DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN EL DESARROLLO**  
**DE LOS AGREGADOS TECNOLÓGICOS MÁS RELACIONADOS CON EL SECTOR AGROPECUARIO**

INSTRUMENTOS	AGREGADOS	AGRONOMIA FORESTAL	BIOTECNOLOGIA	CIENCIAS DE LA TIERRA	TECNOLOGIA DE ALIMENTO	TECNOLOGIA MEC. IND.	ZOOTECNIA VETERINARIA
1. BECAS DE POSGRADO		2	4	4	4	4	3
2. BECAS DE PREGRADO		2	1	3	3	3	3
3. COND. PREF. IMP. EX.		3	2	2	3	3	2
4. CREDITO RIESGO		3	3	0	3	3	2
5. NUEVOS PROG. R.H.		1	3	2	1	2	3
6. INFRAEST. INVEST.		2	3	4	2	3	2
7. FIN. PROY. INVEST.		4	3	4	4	4	4
8. FOMENTO TRANS. TEC.		1	1	3	3	3	1
9. INC. ENTREN. EMPRESA		3	4	1	4	4	3
10. INC. INNOV. CALIDAD		3	5	1	4	6	3
11. LIBERAL COMERCIO		2	0	0	1	0	0
12. NORMALIZACION		1	1	0	4	4	2
13. PARTICIP. CAPITAL		2	2	0	3	4	2
14. PODER DE COMPRA		1	2	0	3	3	1
15. PROP. INDUSTRIAL		1	1	0	2	4	1
16. PROTEC. ADUANERA		0	0	0	2	2	0
17. REFUERZO GEST. C.T.		4	2	3	3	4	3
18. RESTR. COMPRA T.		0	0	0	3	3	0
19. RESTR. INVERS. EXTR.		0	1	0	2	2	2
20. TECN. ALIMENTOS		5	3	4	4	4	4
TOTAL		42	43	31	59	64	44
PROMEDIO		2	2	2	3	3	2

Cero = impacto nulo. Cinco = impacto muy alto  
Fuente: CONICIT (1991: 46-47)

El salto tecnológico es la diferencia entre el nivel de competitividad futura del agregado, es decir, el que se espera alcanzar en un plazo de 10 años y el nivel actual de competitividad del agregado. Es importante destacar que la política científica y tecnológica tiene lugar en un marco de políticas generales que hace que su aplicación sea más o menos efectiva. Por ejemplo, la modernización tecnológica del sector frutícola chileno fue posible, entre otros factores, por la presencia de políticas relacionadas con legislación laboral, aduanera y de medios de transporte, con transformaciones en el mercado de capitales y con el mejoramiento de la información estadística y agroclimática en el sector (CEPAL 1990).

Las innovaciones de la actividad frutícola fueron generadas a lo largo de toda la cadena productiva, desde el productor de fruta hasta el transporte marítimo.

Los avances tecnológicos han abarcado todos los aspectos de la producción; se destaca la adopción de variedades de los principales centros frutícolas del mundo con la finalidad de lograr un período de estacionalidad productiva mayor, así como la tecnología de riego. Los grupos de transferencia de tecnología han desempeñado una importante labor en la difusión de las nuevas tecnologías y han puesto al alcance del productor (incluido el pequeño) conocimientos técnicos y experiencias que han permitido alcanzar grandes progresos en la producción y manejo de la fruta. En los puertos chilenos, por ejemplo, se han efectuado innovaciones que permitieron aumentar los rendimientos de carga de los grupos y disminuir el tiempo de permanencia de la fruta en el puerto.

La construcción de frigoríficos de atmósfera controlada fue también una importante innovación, así como el diseño y construcción de buques especiales para el transporte marítimo. Todo esto fue posible, a su vez, por la disponibilidad de profesionales y técnicos (en especial agrónomos) que estaban capacitados para trabajar con las nuevas tecnologías en razón del contacto estrecho que se ha mantenido, sobre todo a nivel universitario, con los principales países productores, empresas y universidades californianas. En efecto, el Programa Chile-California de la Universidad de Chile con universidades californianas facilitó la transferencia tecnológica desde esas universidades.

En California, Chile no fue considerado como un competidor sino como un agente complementario que llegaba al mercado cuando no había fruta; por lo tanto, no hubo problemas con patentes ni con fórmulas secretas, como sucede en la industria química o alimentaria. Así, el acceso a nueva tecnología fue siempre expedito para Chile, país que considera la obtención de un producto normalizado y de calidad como la forma óptima de mejorar la posición competitiva de la fruta en el extranjero.

En síntesis, el caso sugiere algunos lineamientos de política de innovación que podrían ser considerados como novedosos:

- ▶ Estímulo a la innovación tecnológica desde una perspectiva de integración de los distintos sectores productivos.
- ▶ Promoción de la creación de "equipos" de ejecutivos con habilidades y conocimientos gerenciales y técnicos.
- ▶ Aseguramiento del acceso del productor (sin olvidar al más pequeño) a nuevas tecnologías.
- ▶ Promover la creación de alianzas estratégicas con empresas y universidades de los países de mayor desarrollo tecnológico en los campos de mayor interés.
- ▶ Impulso a la transferencia de tecnología bajo el marco del modelo múltiple.

Cabe indicar que la promoción de este modelo implica que la política de investigación agrícola debe reconocer y aceptar que (Biggs 1990: 1492 - 1493):

- ▶ Existen numerosos centros internacionales de investigación, llámense centros, institutos o compañías multinacionales. Asimismo, cualquier institución en cualquier lugar del mundo es o podría llegar a ser el centro internacional para ciertas áreas de investigación.

- ▶ Debe haber funciones flexibles en los centros, de investigación a información e intercambio y viceversa.
- ▶ Un peso importante en la generación de innovaciones agrícolas está en los centros de investigación nacional.
- ▶ Ha habido muchas diferencias importantes en las políticas y organización de los centros internacionales de investigación.
- ▶ Factores políticos de largo plazo, económicos e institucionales, determinan la agenda tanto de la investigación básica como aplicada; la promoción y adopción de tecnología es un reflejo de determinantes políticos y de otra índole. Esto implica que los administradores y directores de la investigación tienen que explicitar los grupos que serán los beneficiarios de los sistemas de investigación.
- ▶ Deben transferirse los modelos institucionales y anteproyectos a las condiciones locales de los clientes. Esto modifica la distribución de la asignación de recursos, con énfasis en el intercambio de información y el trabajo en redes. Asimismo, los grupos más pobres tendrán mayor acceso y control a estas redes.
- ▶ El empleo de nuevos métodos y técnicas para la investigación agrícola tales como análisis eslabonado, análisis funcional, matrices *payoff*, cuadros determinantes de la toma de decisiones, etc.
- ▶ El sistema de investigación y promoción de tecnología es o debe ser un estado constante de desequilibrio, y el comportamiento de estos sistemas refleja el poder relativo y la influencia de sus distintos actores, cada uno de los cuales argumenta y promueve su caso particular. Una implicación de este reconocimiento es que los hacedores de política de investigación tienen que encontrar continuamente formas de mantener la flexibilidad en los sistemas de investigación. En el pasado la política agrícola frecuentemente se ha concentrado en la distribución de recursos entre cultivos y regiones, y las materias de personal e institucionales a menudo se han tratado como materias puramente administrativas.

## **METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LA COMPETITIVIDAD Y EL PAPEL DE LA INNOVACION TECNOLOGICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO**

En esta sección se propone una metodología para el análisis, a partir de los niveles descritos en este trabajo, de la competitividad tecnológica agropecuaria. La metodología está compuesta por las siguientes etapas:

- 1. Nivel nacional.** Permite determinar el desempeño competitivo del sector/cadena productiva bajo estudio utilizando el programa para el Análisis de la Competitividad de las Naciones (CAN). Ese desempeño corresponde a un conjunto de factores que constituyen la capacidad instalada nacional para la competitividad.

La pregunta que se pretende contestar es: ¿Qué aspectos generales de la innovación tecnológica son relevantes en cada uno de los factores de capacidad competitiva para el éxito del sector/cadena productiva bajo estudio?

Su respuesta proporciona elementos para definir políticas públicas nacionales que estimulen y faciliten la competitividad de un sector/cadena productiva, en particular en materia de innovación tecnológica.

- 2. Nivel sectorial.** Posibilita determinar la atracción del sector/cadena productiva según se manifiesta en cada una de las cinco fuerzas competitivas.

La pregunta que se pretende contestar es: ¿Qué aspectos de innovación tecnológica son relevantes para aumentar o disminuir la atractividad y competitividad al interior del sector/cadena productiva bajo estudio? Su respuesta brinda elementos para determinar la relación entre la estructura de organización industrial y la innovación tecnológica, y sugiere acciones para gremios sectoriales en materia de innovación.

- 3. Nivel empresarial (incluidos aspectos de la cadena productiva).** Permite determinar las principales actividades de la cadena de valor

de la empresa, de sus proveedores más importantes, de sus canales de distribución y de sus clientes, así como también analizar en detalle las características del proceso de innovación tecnológica, sus etapas, las tareas funcionales y decisiones gerenciales en esas etapas, las responsabilidades e interacciones a lo largo del proceso de innovación, las relaciones con proveedores de tecnología, las políticas tecnológicas en la empresa según la estrategia competitiva genérica, el impacto competitivo de la inversión en innovación en la empresa sobre las dimensiones tecnología/producción/mercado/cliente y los requerimientos funcionales para las distintas alternativas de estrategia tecnológica.

La pregunta que se pretende responder es: ¿Cuál es el impacto de las estrategias de innovación sobre la competitividad de la empresa? La respuesta ofrece elementos sobre la relación entre la innovación y la competitividad a nivel de empresa y cadena productiva, y la estrategia empresarial de innovación tecnológica como herramienta competitiva.

Los puntos 1, 2 y 3 buscan sistematizar los aspectos de refuerzo u obstáculo entre lo nacional, sectorial y empresarial, y recomendar paquetes de políticas viables para cada nivel.

La pregunta a responder es: Dado el caso del sector/cadena/empresa bajo estudio, ¿qué enseñanzas sobre políticas públicas nacionales, gremiales, sectoriales y empresariales son relevantes para elevar la eficacia de las políticas de innovación tecnológica?

## **EL MODELO DEL ANALISIS COMPETITIVO DE LAS NACIONES (CAN)**

Hasta aquí hemos planteado conceptos y enfoques teóricos y prácticos para el análisis general y específico de la competitividad nacional en distintos niveles (nacional, sectorial y empresarial). Su aplicación nos permitiría determinar fortalezas y debilidades que explican la competitividad, mas no nos revela directamente cuáles son los sectores en que un país es competitivo en el comercio internacional.

El enfoque que aquí se presenta (Mandeng 1991) constituye un modelo simple que sí nos ofrece tales revelaciones; describe como las naciones dirigen su competitividad en función de evoluciones dinámicas del mercado. Este modelo es parte del concepto "*Competitive Analysis of Nations (CAN)*" que incluye la evaluación metodológica CAN y el programa computacional CAN para el procesamiento de los datos que requiere la metodología. El CAN es un programa computacional elaborado por O. J. Mandeng con base en una aplicación de banco de datos con cifras comerciales de más de 70 países para el período 1963-1989.

La evaluación metodológica tiene relación con los cambios competitivos y estructurales en las importaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), mercado seleccionado por su importancia a nivel mundial. Según esta metodología, la posición competitiva global de una economía está determinada por su competitividad sectorial y por su capacidad de seguir la evolución de la estructura del mercado. El análisis supone que la estructura del mercado es atomística y que cada sector es suficientemente pequeño como para no influenciar el patrón global del mercado.

El modelo mide la participación de un país en las importaciones de la OCDE como función de factores estructurales y competitivos. Presenta limitaciones referidas a la desagregación sectorial, al período seleccionado y al mercado de referencia.

Dos conceptos son importantes para entender el modelo: eficacia y eficiencia. El primero se refiere al posicionamiento en mercados de mayor atracción o dinamismo, el segundo a la participación en el mercado. Se entiende por posicionamiento (eficacia) el dinamismo relativo de un rubro determinado en las importaciones de la OCDE. Cuando aumenta la participación se le califica de favorable, cuando disminuye de desfavorable. Entonces, se puede decir que se está mal posicionado cuando se exportan rubros de bajo dinamismo relativo y bien posicionado cuando se exportan rubros de alto dinamismo. Un posicionamiento bajo es señal de que se fue poco eficaz en el esfuerzo de inserción internacional.

Se entiende por eficiencia la participación relativa del país en un rubro determinado; se la considera alta cuando la participación en las importaciones de la OCDE aumenta y baja cuando disminuye.

Se puede decir, entonces, que se es poco eficiente cuando, con independencia de los rubros en que se participe, dicha participación disminuye respecto a los otros países que exportan a la OCDE, y se es muy eficiente cuando la participación aumenta. Esta metodología define, entonces, la competitividad de un país como su capacidad de inserción en el comercio internacional por medio de la composición de sus exportaciones y de su participación en las importaciones de la OCDE.

La combinación de los conceptos de eficiencia y eficacia nos permite definir cuatro situaciones o casos potenciales para cada país, según se observa en la Fig. 17.

- a. **Estrellas nacientes**, esto es, grupos ascendentes en los cuales el país es competitivo. Esta es la situación óptima; tanto el posicionamiento como la eficiencia están en aumento.
- b. **Estrellas menguantes**, equivale a grupos descendentes en los cuales el país es competitivo. Corresponde a una situación de vulnerabilidad; el posicionamiento disminuye y la eficiencia aumenta.
- c. **Oportunidades perdidas**, o grupos ascendentes (posicionamiento) en los cuales el país pierde participación (eficiencia).
- d. **Retrocesos**, o grupos descendentes en los cuales el país pierde participación. Tanto el posicionamiento como la eficiencia están en descenso.

La respuesta a por qué unos países muestran crecimiento y otros no, y sus diferentes ubicaciones en los distintos cuadrantes de la Figura, puede provenir de una multiplicidad tal de factores que se hace difícil explicar cuáles son realmente las causas o efectos de que eso suceda.

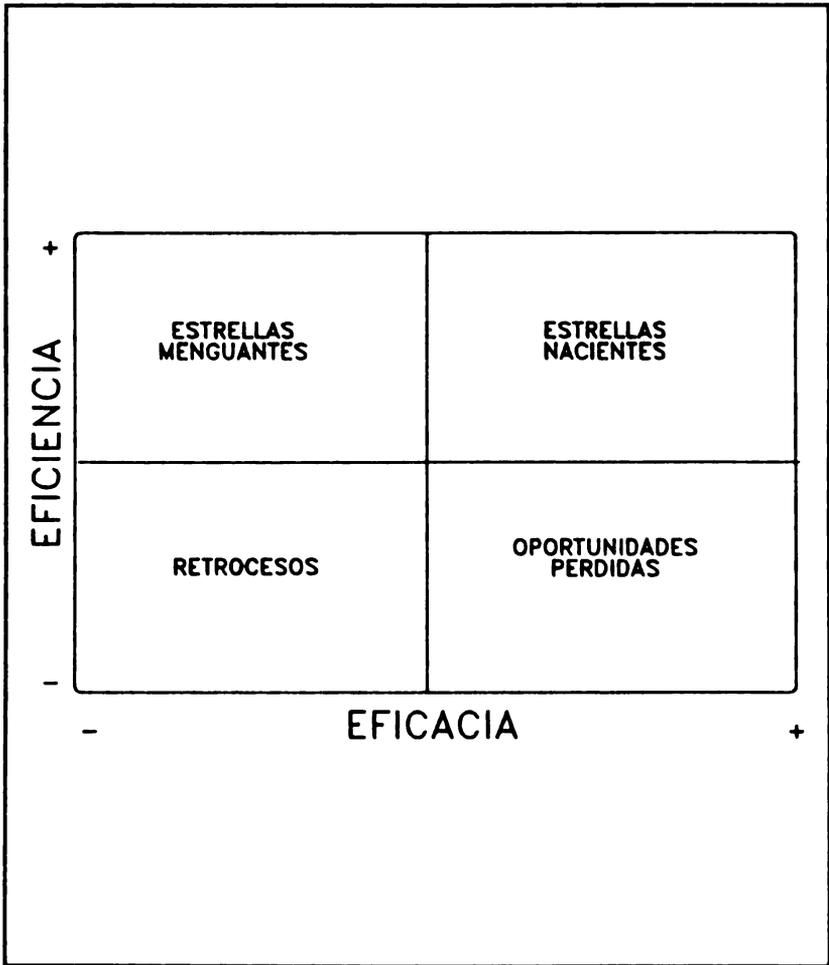


Fig. 17. Matriz de competitividad

Elías ha propuesto un enfoque, fundamentalmente empírico, cuyo objetivo es contribuir al avance de los estudios de crecimiento (y de competitividad); trata de ofrecer algunas bases para la formulación de políticas de crecimiento económico (Elías 1992). Su estudio pertenece específicamente al campo conocido como "fuentes del crecimiento eco-

nómico", cuya importancia en las áreas de crecimiento económico y en los estudios del desarrollo ha aumentado en los últimos tiempos. Este enfoque responde a los aportes pioneros de Jan Tinbergen, Robert Solow, John W. Kendrick, Moses Abramovitz, Edward Denison y Dales W. Jorgenson. El método de fuentes del crecimiento económico permite un acceso directo a los determinantes inmediatos del crecimiento y, con la misma metodología, conduce también a las fuentes de crecimiento de los insumos; esto posibilita entender la conducta de crecimiento de una economía determinada.

Recuérdese que, de acuerdo con lo señalado por Fernando Fajnzylber, la competitividad sostenible es el resultado de los esfuerzos nacionales para estimular el crecimiento económico, así como también la sustentabilidad ambiental y la equidad social: esto conduce a una competitividad genuina, no espuria. Tales esfuerzos llegan a constituir la capacidad nacional para competir, y ésta puede ser analizada a partir de un conjunto de factores estratégicos.

Los factores estratégicos que tienen un alto impacto sobre la innovación y, por ende, sobre la competitividad, que se propone utilizar se basan en el Informe de Competitividad Mundial que publica anualmente el IMEDE (Valikangas 1992). Su medición es de dos tipos: las medidas cuantitativas u objetivas de la competitividad tal como aparecen en los datos y cifras oficiales, y las medidas cualitativas producto de la opinión reportada por gerentes del más alto nivel de cada país.

A continuación se presenta una descripción de esos factores:

1. **Economía interna:** evalúa la dinámica del entorno macroeconómico. Incluye criterios tales como tamaño de la economía, inversión, inflación y crecimiento económico. Se relaciona con la importancia relativa de los sectores económicos tales como agricultura y servicios, y la de la economía paralela.

Esta información es expresada en cifras referentes a valor agregado, formación de capital, inflación, consumo final privado y pronósticos económicos. Entre los criterios señalados, la inversión y el valor agregado son fundamentales para estudiar la innovación tecnológica

en el sector agropecuario. La primera como insumo para la modernización mediante la adquisición de nuevas y mejores tecnologías, y el segundo como producto de la incorporación de conocimientos científico-tecnológicos en la producción de bienes agropecuarios.

2. **Internacionalización:** mide la magnitud en que un país participa en el comercio internacional y en el flujo de inversiones. Incluye variables tales como términos de intercambio comercial, exportaciones, importaciones, proteccionismo nacional, alianzas internacionales, diversificación de las importaciones/exportaciones y turismo. En este factor interesa valorar en mayor detalle aquellos criterios que ofrecen información sobre la transferencia de tecnología agropecuaria: flujo de inversiones y alianzas internacionales, e importaciones de insumos y otros para la producción agropecuaria.
3. **Gobierno:** se vincula con los efectos positivos que puede producir el Estado a la competitividad de la economía nacional, para lo cual estudia el ambiente legislativo y regulatorio, las políticas monetaria y fiscal, la estabilidad política y el ambiente competitivo. Este último se evalúa interpretando la efectividad de la legislación antimonopolios y las posiciones dominantes en el mercado de las grandes empresas. Además se incluyen indicadores sobre eficiencia y transparencia del gobierno, su sensibilidad hacia cambios en las condiciones económicas y la confianza en la administración de la justicia. La protección al ambiente y las políticas agrícolas también son resorte de este factor.

El análisis del apoyo estatal en términos de política explícita e implícita a la innovación tecnológica se realizaría bajo el ámbito de este factor, así como las oportunidades o restricciones que ofrecen la legislación y las medidas regulatorias sobre ella.

4. **Finanzas:** evalúa el desempeño de los mercados de capitales y la calidad de los servicios financieros a partir de criterios tales como alternativas financieras, tasas de interés, tamaño de la banca y capitalización de los mercados de valores. La disponibilidad de capital de riesgo y la sensibilidad de los mercados de capital a las necesidades de los negocios se emplean como variables para valorar la magnitud

en que los mercados de capitales conducen a la toma de riesgos empresariales, dentro de los cuales se incluye la adopción de nuevas tecnologías.

Una de las características asociadas al sistema financiero latinoamericano es su escasa capacidad para atender inversiones de largo plazo (Bolaños 1992). Cuando eso sucede, no corresponde a las necesidades de una gran mayoría de las actividades agropecuarias.

5. **Infraestructura:** se relaciona con el grado de adecuación y la flexibilidad de la infraestructura para apoyar las necesidades empresariales; se valoran, de ese modo, los sistemas de información, comunicación, transporte, comercialización, refrigeración y almacenamiento existentes en el país, incluidos computadoras, teléfonos, facsímiles, carreteras y puertos. Es claro que este tipo de infraestructura posibilita a los empresarios contar con mayor y mejor información para tomar sus decisiones sobre inversión tecnológica.

Asimismo, evalúa la disponibilidad de recursos naturales de una nación, así como la eficacia con que los utiliza para satisfacer las necesidades de la economía. El uso eficaz de los recursos naturales en la mayoría de los casos se sustenta en la incorporación de tecnología, tanto para su conservación como para su posterior aprovechamiento.

Algunos de los criterios para valorar este factor son: importaciones de petróleo, peso relativo de las importaciones energéticas en la economía, autosuficiencia en los recursos naturales y reciclaje de recursos. Según Fajnzylber, los países latinoamericanos orientaron su industrialización al mercado interno y sin potenciar adecuadamente la base de recursos naturales, y en algunos casos, a expensas de ella (Fajnzilber 1991). Se ha mencionado también que el examen del comercio latinoamericano de productos básicos revela una estructura típica en que los países de la Región exportan bienes en estado primario y luego importan desde fuera de la Región esos mismos bienes una vez que han experimentado un proceso de elaboración.

6. **Gerencia:** evalúa el desempeño administrativo, para lo cual considera la generación de nuevos negocios, el comportamiento administrativo en términos de orientación de largo plazo y habilidad para delegar, la eficiencia y productividad del negocio, la razón precio/calidad de los productos y servicios, la satisfacción del empleado y las relaciones con él, el desempeño financiero de la empresa, etc. Los criterios relacionados con la productividad y eficiencia del negocio, así como también con la calidad de sus productos y servicios, son relevantes para evaluar el papel de la tecnología en este factor.
7. **Ciencia y tecnología:** estudia la capacidad científica y tecnológica, así como el éxito de la investigación básica y aplicada. Incluye criterios tales como inversión pública y privada en I+D, número de científicos e ingenieros en el país y su participación relativa en el sector productivo, patentes y protección de la propiedad intelectual y búsqueda de nuevas tecnologías.
8. **Recursos humanos:** analiza la disponibilidad y grado de calificación del recurso humano mediante criterios tales como tamaño, crecimiento y estructura de la población, empleo, nivel educativo, grado de motivación y habilidades de la fuerza laboral. La calidad de vida es valorada en términos de la distribución del ingreso y el costo de la vida.

Con respecto a las cuatro áreas estratégicas de política, esos factores se agrupan de la siguiente manera:

- ▶ **Inversión en Recursos Humanos y Movilidad Social**
  - ▶ Recursos humanos
- ▶ **Microeconomía competitiva**
  - ▶ Infraestructura
  - ▶ Administración

- ▶ Ciencia y tecnología
- ▶ Vínculos mundiales
  - ▶ Internacionalización
- ▶ Macroeconomía estable
  - ▶ Economía interna
  - ▶ Gobierno
  - ▶ Finanzas

Esta agrupación de elementos destaca el hecho de que sobre la innovación tecnológica para la competitividad influye un conjunto de factores mediante causalidades que no son simples y que, para diseñar e implementar políticas públicas, políticas científicas y tecnológicas sectoriales y acciones empresariales, es útil considerar esos diversos factores en un contexto nacional.

#### **ATRACTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD A NIVEL DE SECTOR Y DE CADENAS PRODUCTIVAS**

El enfoque a nivel sectorial y de cadenas productivas busca responder a la pregunta ¿cuál es la atracción del sector productivo en que se está con base en las cinco fuerzas competitivas? Existen una serie de determinantes asociados a cada una de estas fuerzas, los cuales pueden ser utilizados para el análisis estructural del sector agropecuario.

Se trata de valorar, en un rango de 1 a 5, la atractividad de la rama agropecuaria en términos de:

- a. **Las barreras de entrada:** orientadas a conocer si las características del sector o actividad agropecuaria significan barreras de entrada al ingreso de nuevos competidores. Si éstas son altas la amenaza de nuevos ingresos es baja y, en consecuencia, se trata de un sector poco atractivo para competidores potenciales y viceversa.

Interesa anotar que, del conjunto de barreras de entrada que se analiza, algunas, en general y tradicionalmente, han sido barreras de entrada importantes en el sector agropecuario (p. ej. economías de escala y requerimientos de capital) y, por el contrario, otras no lo han sido tanto (p. ej. diferenciación del producto e identificación de marca). No obstante, las nuevas tendencias parecen revertir tales situaciones.

- b. La rivalidad entre competidores existentes: se presenta porque uno o más competidores ven la oportunidad o sienten la presión por mejorar su posición en el mercado. Si los movimientos competitivos de una empresa, que pueden manifestarse en precios, introducción de nuevos productos, incrementos en el servicio al cliente, etc., son identificados por sus competidores, éstos pueden reaccionar para contrarrestar el movimiento. Cuanto más intensa es la rivalidad, menos atractivo es el sector y viceversa.

Según se observó en este trabajo, dado el dualismo existente en el sector agropecuario, en esta hipótesis se tienen los dos casos extremos en los cuales existe escasa o nula rivalidad (generalmente productores de bienes de la canasta básica), o bien alta rivalidad entre productores (banano, flores, etc.).

- c. El poder de negociación de los proveedores: los proveedores pueden ejercer presión sobre los productores agropecuarios, con lo cual afectan los precios y la calidad de sus productos. Esto dependerá, entre otros, del número de proveedores existentes, del tipo de producto que ofrecen (importante o no para el comprador –p. ej., semilla vs. otros insumos–, diferenciado o no –p. ej., herbicida general o selectivo–), del número de actividades productivas que estos atienden –p. ej., frutales o cítricos–, etc. Cuanto menor es el poder de los proveedores, mayor será el atractivo del sector.
- d. El poder de los compradores: Los compradores compiten en su sector forzando la baja de los precios, negociando por calidades superiores e, incluso, por más y mejores servicios. El poder de negociación de cada uno de los grupos importantes de compradores en su sector productivo depende de diversas características, tales

como su situación de mercado y la importancia relativa de sus compras al sector en comparación con el total de sus ventas.

Cuanto menor es su poder más atractivo es el sector; éste depende, entre otros, del número de compradores importantes, de la disponibilidad de productos sustitutos, de la rentabilidad del comprador, de la amenaza de integración vertical hacia atrás, de su disponibilidad de información, etc. Es importante mencionar aquí que cuanto menos elaborado venda su producto el empresario agrícola, más a merced se encontrará de sus compradores.

- e. La disponibilidad o presión de productos sustitutos: está claro que cuanto menos sean los productos sustitutos (bienes que desempeñan la misma función que el producto, p. ej., fibras naturales vs fibras sintéticas) mayor será la atraktividad del sector. Pero aún existiendo sustitutos, esta última dependerá de qué cercanos sean éstos, de sus propiedades, de la rentabilidad y agresividad de su productor, de la razón precio/valor del sustituto, etc.

Existe también un conjunto de determinantes de la atraktividad sectorial relacionados con la acción estatal y que ven con protecciones o subsidios y otras regulaciones, consistencia de las políticas, asistencia a los competidores, etc.

La *estrategia horizontal* es un conjunto determinado de metas y políticas llevadas a cabo por unidades de negocios distintas pero interrelacionadas. Es requerida a niveles de grupo, sector o corporación para una empresa diversificada. La estrategia horizontal proporciona la coordinación explícita entre las unidades de negocios; hace de la estrategia corporativa o de grupo más que la suma de las estrategias de unidad de negocios individuales. Esta es el mecanismo por medio del cual una empresa diversificada aumenta la ventaja competitiva de sus unidades de negocios. Esto es aplicable a la relación entre empresas, y en tal sentido se va a presentar aquí.

Las interrelaciones entre empresas y la capacidad de explotárlas muestran una clara tendencia al aumento, en razón de que:

- a. La filosofía de diversificación cambia hacia un énfasis en la diversificación relacionada.
- b. El énfasis en el crecimiento evoluciona hacia un énfasis en el desempeño, hacia la mejora de la ventaja competitiva.
- c. El cambio tecnológico promueve y hace más accesibles las interrelaciones. La tecnología derrumba barreras entre sectores y los une, en particular aquellos basados en la tecnología de electrónica/información. Asimismo, cambian las funciones de los productos y los hace parte de sistemas mayores. La creciente sofisticación de los sistemas de información es también una poderosa fuerza para abrir posibilidades de interrelaciones, sobre todo porque los costos para explotar las posibilidades de interrelación son cada vez más bajos.
- d. Aumenta la competencia en muchos puntos, esto es, hay muchas empresas que compiten entre sí no solo en una unidad de negocios sino en varias.

## **MARGEN COMPETITIVO Y ESTRATEGIA TECNOLÓGICA DE LA EMPRESA**

El margen de la empresa es la diferencia existente entre el valor total y el costo colectivo de desempeñar las actividades de valor. La forma en que se encadenan estas actividades al interior de la empresa determinará dónde reside su margen competitivo y, en consecuencia, el tipo de estrategia genérica a seleccionar.

Para evaluar la competitividad de las empresas agropecuarias se sugiere utilizar el enfoque de la cadena de valor de Porter, identificando y valorando las actividades de valor según se detalla.

### **Actividades primarias**

- a. **Logística interna.** Recibo, almacenamiento y disseminación de insumos (semilla, abonos, fungicidas, insecticidas, herbicidas, etc.), p. ej., manejo y ahorro de materiales, almacenamiento, control de

inventarios, traslado de insumos a la plantación y devoluciones a los proveedores.

- b. **Producción y conservación.** Transformación de insumos en productos y su cosecha, p. ej., preparación y conservación de suelos, siembra, fertilización, diagnóstico y control de plagas y enfermedades, control de malezas, riego y drenaje, cosecha, embalaje, mantenimiento de maquinaria, equipo y herramientas, etc.
- c. **Logística externa.** Recopilación, almacenamiento y distribución física del producto a los compradores, p. ej., almacenamiento del producto en finca, transporte del producto para entrega a acopiadores u otros, etc.
- d. **Mercadotecnia y ventas.** Medios para que los compradores adquieran el producto o para inducirlos a adquirirlo, p. ej., identificación y selección de los canales de distribución (acopiadores, mayoristas, ferias, bolsas, empresarios agrícolas –para el caso de material reproductivo–, industriales), contratos de producción, etc.
- e. **Servicios.** Prestación de servicios posventa al cliente. Este tipo de actividad es poco frecuente en las actividades agropecuarias; no obstante, empieza a cobrar importancia en las nuevas empresas de biotecnología productoras de material reproductivo en forma de servicios de asistencia técnica.

#### **Actividades de apoyo**

- a. **Abastecimiento.** Función de comprar los insumos utilizados en la cadena del valor, no los insumos comprados en sí, p. ej., materias primas, implementos agrícolas, activos (maquinaria y equipo agrícola, equipo de oficina, equipo de cómputo, etc.), servicios de asistencia técnica para la empresa, etc. Incluye a su vez la calificación de nuevos proveedores y el monitoreo continuo de su desempeño.
- b. **Gestión de la información.** Actividades relacionadas con los sistemas de información y la informatización de la empresa.

- c. **Infraestructura.** Administración general, planeación, finanzas, contabilidad, registros, asuntos legales gubernamentales, etc.

### **Actividades básicas**

- a. **Administración de recursos humanos.** Búsqueda, selección y contratación, entrenamiento y capacitación, compensaciones y en general desarrollo del recurso humano.
- b. **Actividades tecnológicas.** Rango de actividades orientadas a mejorar el producto y el proceso, que inciden sobre otras actividades generadoras de atributos competitivos de la empresa.
- c. **Gestión de calidad.** Gestión general de una organización que tiene por objeto definir la política de calidad y suministrar los recursos para su aplicación. Incluye las actividades de control de calidad, metrología, normalización y aquellas orientadas a la búsqueda de la calidad en todas las actividades de la empresa generadoras de atributos competitivos.

### **Actividades estratégicas**

- a. **Gestión de la tecnología.** Administración integral de cada uno de los aspectos tecnológicos que inciden en los atributos competitivos y en la productividad de la empresa.
- b. **Gestión de la organización y gerencia general.** Actividades encaminadas al desarrollo de un ambiente laboral y mecanismos de motivación propicios para el mejoramiento continuo de la productividad de la empresa y al desarrollo de una gerencia general creativa, clara en los objetivos de la empresa y en cuanto a la dirección en que se pretende avanzar.

El punto de partida para formular la estrategia tecnológica es identificar todas las tecnologías y subtecnologías que son empleadas por la empresa y por sus competidores. Además, una empresa debe lograr un conocimiento profundo sobre las tecnologías de la cadena de valor de

sus proveedores y compradores, que con frecuencia son interdependientes con la suya.

Posteriormente, la empresa debe proceder a identificar las tecnologías potencialmente relevantes en otros sectores industriales o bajo desarrollo científico. Con frecuencia las tecnologías agropecuarias vienen de los sectores industriales y éstas pueden ser una fuente de cambio discontinuo y de desorden competitivo en el sector. Cada actividad de valor debe ser examinada, para comprobar si las tecnologías externas están presentes para ser aplicadas.

En el proceso de identificación de tecnologías de interés para la unidad productiva se destaca la importancia de conocer los requerimientos de tecnologías de productos y procesos en distintas etapas del ciclo de vida. Las tecnologías de producto y proceso cambian de diferentes formas según la etapa del ciclo de vida en que se encuentre el producto por ejemplo flores, minivegetales, tipo de ganado, etc.

En ese proceso se distinguen tres etapas principales:

- ▶ Inicial, en la que aparecen muchas nuevas variedades y los procesos productivos son flexibles e ineficientes.
- ▶ De transición, en que los cambios en variedades siguen siendo rápidos (aunque menos que al principio) pero empiezan a surgir sistemas de cultivo dominantes; se observan prácticas administrativas y agronómicas orientadas a disminuir los costos.
- ▶ Maduración, en la que no hay cambios importantes en las variedades y su manejo y se busca estandarizar y mejorar eficiencia.

El paso siguiente para la formulación de la estrategia tecnológica será determinar qué tecnologías y qué cambios tecnológicos son más importantes para la ventaja competitiva y la estructura del sector agropecuario y agroindustrial. Según ya se señaló, no todas las tecnologías en la cadena de valor son significativas para competir; son importantes aquellas que cumplen con las cuatro pruebas que se explicaron.

Una empresa debe aislar estas tecnologías y comprender cómo afectarán el costo, la diferenciación o estructura del sector agropecuario y agroindustrial. Las tecnologías de proveedor y comprador están con frecuencia entre las más importantes en este aspecto. Las tecnologías críticas serán aquellas con un mayor efecto en costo o diferenciación y en las que la guía tecnológica es sostenible.

Una vez identificadas las tecnologías clave, la empresa debe conocer sus puntos fuertes en relación con ellas, así como hacer un asentamiento realista de su capacidad de seguir el cambio tecnológico. Con este panorama definido, la empresa procede a seleccionar la estrategia tecnológica; abarca todas las tecnologías importantes que refuercen la estrategia competitiva general de la empresa. La estrategia tecnológica debe incluir los siguientes aspectos:

- ▶ Un rango de proyectos de I+D que refleje su importancia para la ventaja competitiva. Ningún proyecto debe ser aprobado sin una descripción racional de su efecto sobre el costo y/o diferenciación.

Sobre el particular, es importante mencionar que el proceso de innovación tecnológica no es exclusivo del grupo de I+D, sino una responsabilidad que todos deben compartir y que requiere participación funcional en todas sus etapas. Las principales responsabilidades e interacciones a lo largo del proceso son:

- ▶ Las elecciones sobre el liderazgo o seguimiento tecnológico en tecnologías importantes.
- ▶ Políticas hacia las licencias que aumentan la posición competitiva general en lugar de reflejar presiones de ganancias en el corto plazo.
- ▶ Los medios de obtener la tecnología necesaria externamente.

Por último, una vez iniciada la ejecución de la estrategia, la empresa debe evaluar los resultados individuales de la actividad de innovación.

## BIBLIOGRAFIA

- BANCO MUNDIAL. 1991. Informe sobre el desarrollo mundial, BIRF, Washington, D.C.**
- BENAVENTE, J. M. 1991. Exportaciones de productos básicos y desarrollo latinoamericano. Revista de la CEPAL No. 45, diciembre.**
- BOLAÑOS, R. 1992. Seminario sobre Impacto de la política económica en el desarrollo sostenible del sector agroalimentario. IICA-UNA. 29 de octubre de 1992.**
- BIGGS, S. 1990. A Multiple Source of Innovation Model of Agricultural Research and Technology Promotion. World Development. Vol. 18. No. 11.**
- BRUTON, H.; CLARK, P.G. 1988. Enfoque al análisis de políticas de desarrollo en estrategias de crecimiento y orientación hacia afuera. EDUCA. San José, Costa Rica.**
- BUSINESS INTERNATIONAL CORPORATION. 1991. Development Strategies Partnerships and Joint Ventures in Latin America. New York. Marzo.**
- \_\_\_\_\_. 1989. Improving International Competitiveness Through Sourcing in Latin America. BSC. Nueva York.
- COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). 1990. La cadena de distribución y la competitividad de las exportaciones latinoamericanas. La fruta de Chile. CEPAL.**
- \_\_\_\_\_. s/f. Las potencialidades de las capacidades tecnológicas actuales en el sector de los productos básicos de América Latina. CEPAL.
- \_\_\_\_\_. 1991. El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente. Santiago, Chile.

- \_\_\_\_\_; ONUDI. 1989. Industrialización y desarrollo. Informe N° 6. Santiago, Chile.
- \_\_\_\_\_; ONUDI. 1991. Progreso técnico y competitividad internacional. Mimeo. LC/R.1104. Santiago, Chile. 18 de diciembre.
- CLARK, K. 1987. Investment in New Technology and Competitive Advantage. In Teece. D.J. (Ed). *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*. Ballinger Publishing Co., Cambridge, MA.
- COMISION MUNDIAL DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO. 1987. *Nuestro futuro común*.
- CONICIT. CONSEJO NACIONAL PARA INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS (COSTA RICA). 1991. *Prospectiva científica y tecnológica de Costa Rica*. 1 ed Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- CHUDNOVSKY, D.; PORTA, F. 1990. *La competitividad internacional: principales cuestiones conceptuales y metodológicas*. Documentos de Trabajo. CENIT. Buenos Aires, Argentina. Enero.
- DENISON, E.F. 1962. *The Sources of Economic Growth in the U.S. and Alternatives Before Us*. CED, EE. UU.
- DORYAN, E. 1992. *La reconversión industrial desde la perspectiva de la empresa: Guía para la gestión empresarial y la enseñanza*. INCAE.
- DORYAN, E. *et al.* 1992. *Economía y Reconversión Industrial. Conceptos, políticas y casos*. INCAE. Quito, Ecuador.
- ELIAS, V. 1992. *Fuentes de crecimiento. Un estudio de siete economías latinoamericanas*. Resumen Ejecutivo. CINDE. Ciudad de Panamá, Panamá.

- ERNST, D.; O'CONNORS, D. 1989. *Technology and Global Competition. The Challenge for Newly Industrialising Economies*. Development Centre Studies. OECD. Paris.
- FAJNZYLBBER, F. 1991. Inserción internacional e innovación institucional. *Revista de la CEPAL*, No.44, agosto.
- FUJII, G. 1991. Relación entre la productividad media y la productividad agrícola. *Revista de la CEPAL* N° 44. Agosto.
- HAX, A.C. 1992. Concepto y formación de la estrategia In *Estrategia: diseño y ejecución*. Editorial Libro Libre, San José.
- IMEDE/WORLD ECONOMIC FORUM. 1992. *World Competitiveness Report*. Washington D.C.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1992. *Proyecto Desarrollo Tecnológico y Competitividad del Sector Agropecuario en América Latina. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología*, IICA. San José, Costa Rica.
- KUZNETS, S.S. 1966. *Modern Economic Growth, Rate, Structure and Spread*. Yale University Press. New Haven, Conn.
- LAHERA, E. 1990. El Estado y la transformación productiva con equidad *Revista de la CEPAL* N° 42, diciembre. Santiago de Chile.
- MANDENG, O. J. 1991. *Metodología para un análisis de la competitividad internacional de los países. Industrialización y Desarrollo Tecnológico*. Vol. 10.
- MEYANATHAN, S. 1990. *Facilitating industrial change: Institutional challenges*. Mimeo. EDI-World Bank. No. 8. Washington, D.C.
- MOORE, F.T. 1983. *Technological Change and Industrial Development, The World Bank Staff Working Papers*, No.613. Washington D.C.

- PEREZ, C. 1989. Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo. Versión en español del Discussion Paper N° 4, Departamento de Planificación y Análisis Estratégico. Banco Mundial.**
- PORTER, M. 1980. Estrategia competitiva, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México.**
- \_\_\_\_\_. 1985. Ventaja competitiva. CECSA, México.**
- \_\_\_\_\_. 1988. Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior. CECSA: México, D.F., México. Marzo. pp. 181-210.**
- QUESADA MATEO, C. 1990. Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica (ECODES). Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. San José, Costa Rica. Servicios Litográficos.**
- RAMIREZ, N. 1990. ¿Cómo definir una política agrícola coherente? Revista INCAE. vol. IV, N° 2. Trejos Hnos. San José. Costa Rica.**
- RIEPE, J. R., MARTIN, M. A. s/f. Biotecnología: algunas repercusiones socioeconómicas.**
- SAGASTI, F. 1978. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo: Informe Comparativo Central del Proyecto sobre Instrumentos de Política Científica y Tecnológica. Bogotá, Colombia. Publicación del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.**
- SOLOW, R. 1957. Technical Change and the Aggregate Production Function, Review of Economics and Statistics, agosto.**
- VALIKANGAS, L. 1992. The 1992 World Competitiveness Report. (12 ed). Washington D. C.**

## **LOS DETERMINANTES GLOBALES**



# **NUEVOS PARADIGMAS TECNOLOGICOS EN LA AGRICULTURA: BASES PARA UNA INTERPRETACION EVOLUTIVA**

**Rui Albuquerque<sup>1</sup>  
Sergio Salles-Filho<sup>1</sup>**

## **INTRODUCCION**

Al comienzo de este trabajo se presenta una visión general de la evolución histórica del modelo tecnológico que hoy predomina en la agricultura. Complementariamente, se discute la forma en que la mayoría de los abordajes teóricos sobre desarrollo agrícola tratan el papel del progreso técnico. La segunda parte del trabajo presenta un abordaje teórico alternativo para el análisis del proceso innovador en la agricultura, a partir de conceptos tomados de autores que trabajan sobre el tema de la economía tecnológica. La tercera parte incluye una rápida exposición sobre los nuevos paradigmas de la biotecnología y de la informática aplicados a la producción agrícola. Finalmente, la cuarta y última parte evalúa la conformación del nuevo paradigma tecnológico agrícola y su posible impacto en los países menos desarrollados.

Este documento utiliza conceptos tales como paradigmas, trayectorias y regímenes tecnológicos, instituciones y rutinas institucionales, y propone cuestiones sobre el ámbito competitivo en la agricultura. Esos conceptos alimentan los debates más recientes sobre teoría de la innovación pero, corresponde subrayarlo desde el comienzo, no fueron construidos a partir de la problemática del desarrollo agrícola, ni han sido aplicados con frecuencia para explicar la dinámica de los sistemas agrarios y agroindustriales.

Con el propósito de evitar su transposición mecánica al objeto de análisis al cual estamos dedicados –los nuevos paradigmas y la reorganización de los sistemas agrarios y agroindustriales– y también para ayudar a sistematizar nuestra perspectiva sobre esa temática –en la cual

---

<sup>1</sup> Departamento de Política Científica y Tecnológica de la Universidad Estatal de Campinas (Brasil).

estamos intentando los primeros pasos— se tratará de definir qué se entiende por cada uno de ellos. De ese modo, se espera que al final del trabajo quede claro en qué medida esos conceptos amplían nuestra capacidad de aprehender las relaciones entre cambios técnicos y las transformaciones estructurales por las cuales deberá pasar la agricultura latinoamericana.

## **INNOVACION TECNOLOGICA EN LA AGRICULTURA: UNA PERSPECTIVA EVOLUTIVA**

La agricultura, como primera actividad productiva consciente, obligó al establecimiento de relaciones técnicas y sociales entre los hombres y, como dice Bernal (1954), "caracterizó el surgimiento de la civilización humana". Sin embargo, a pesar de que somos conscientes de la importancia de estudiar esa remota génesis, este texto no tiene la intención de tratar la historia social de la tecnología agrícola. Esta breve presentación comienza ya en el contexto del modelo de producción capitalista; se procura, sobre todo, un marco de referencia para la actual concepción de trayectorias tecnológicas en la agricultura, porque los conceptos que aquí se describirán y utilizarán exigen para su comprensión una perspectiva histórica.

### **Consolidación del patrón tecnológico moderno**

A comienzos del siglo XX se da continuidad a las tendencias verificadas a partir de la segunda mitad del siglo anterior:

- ▶ La expansión de la industria de máquinas e implementos agrícolas, que pasaba a contar cada vez más con nuevos materiales, tales como el acero, y con nuevas fuentes de energía, como el petróleo y la electricidad.
- ▶ La expansión del uso de fertilizantes químicos.
- ▶ El comienzo de la producción en gran escala de semillas mejoradas.
- ▶ La generalización del uso de pesticidas.

- La profundización de la importancia de las instituciones de investigación, enseñanza y extensión.

Con respecto a las máquinas agrícolas, las principales alteraciones en relación con el siglo anterior fueron la generalización del motor a explosión (movido por combustibles derivados del petróleo o por gasógeno) y de la energía eléctrica, que vendría a alterar de manera significativa el uso de máquinas fijas.

Las segadoras-cosechadoras-trilladoras, grandes máquinas que antes funcionaban a vapor, comienzan a operar con motores a gasolina a partir de 1912 (Rasmussen 1982: 83); se desenvuelven tecnológicamente hasta llegar en 1935 a la producción de máquinas combinadas operadas solo por una persona y que, según ese autor, significó un hito en la agricultura estadounidense, dada su extraordinaria capacidad de trabajo y su versatilidad en las operaciones.

A partir de 1913 comienzan a producirse tractores en serie y en 1917 surge el primer tractor de línea de gran éxito, el Fordson, cuya concepción fue la base de la industria en los 20 años siguientes y cuya principal característica, el precio accesible, permitió una gran difusión del tractor en la agricultura estadounidense. De 1914 a 1929, el número de segadoras-cosechadoras combinadas producidas en Estados Unidos pasó de 270 a cerca de 37 000. El número de tractores pasó de 30 000 en 1916 a 853 000 en 1928 (RIIA 1932: 40). En esa misma época, la utilización de tractores era más modesta en Europa; alcanzaba, según Guimarães (1979: 109-110), apenas a 198 000 en la pre-guerra.

Cabe recordar que la generalización del uso de las nuevas máquinas, movidas a gasolina y a energía eléctrica, es consecuencia de la adopción de los programas agrícolas inscritos en el *New Deal* posterior a 1930; se consolidó con el crecimiento de la demanda y de los precios de productos agrícolas en la Segunda Guerra Mundial. Esa evolución desencadenó el desarrollo y perfeccionamiento de una serie de máquinas que procuraban mecanizar todo lo que fuese posible en la agricultura, incluida la producción animal, de aves, huevos y leche. Fueron desarrolladas cosechadoras para productos en otra época considerados como imposibles de mecanizar y que transformaron por entero esa etapa, que es la

más intensiva en mano de obra de la agricultura. Cultivos tales como el tomate, algodón y remolacha fueron radicalmente mecanizados entre los años 50 y 60.

Al mismo tiempo, la industria de fertilizantes creció bastante en el siglo XX. La utilización de ese insumo a nivel mundial pasó de 2.2 millones de toneladas en 1900 a casi 18 millones en 1950. Desde el punto de vista innovador, se logró una consolidación de métodos más eficientes de fijación química del nitrógeno, sobre todo en la producción de sulfato y nitrato de amoníaco.<sup>2</sup> Este producto sustituyó gradualmente al salitre de Chile extraído de yacimientos minerales que alcanzaba, a mediados de los años 60, un consumo que representaba apenas el 2% del consumo mundial de abonos nitrogenados (Greenaway *et al* 1988: 522-27).

Por otra parte, los avances en la producción de fosfatos y de potásicos fueron muy pequeños en relación con el siglo XIX. Los más significativos se refieren a la producción del superfosfato triple (que ya se producía desde 1872) y la combinación de fertilizantes fosfatados con nitrogenados.

En la producción de semillas el movimiento también fue progresivo, simultáneo a la institución de leyes para fiscalización y control del naciente negocio de la producción privada de semillas en gran escala. Hasta 1909, 26 estados estadounidenses contaban con reglas para el control de origen, de pureza y del poder de germinación de las semillas. El trabajo de mejoramiento residía ahora no tanto en la introducción de nuevas especies con características interesantes, sino en la introducción

---

<sup>2</sup> La BASF fue la pionera; alcanzó la mitad, dos tercios y cuatro quintos de la producción de nitrógeno químicamente sintetizado en 1930, 1938 y 1950, respectivamente. Debe tenerse en cuenta, a propósito del carácter evolutivo de la conformación del patrón tecnológico moderno de la agricultura, que los principios del método de producción de amoníaco adoptado por la BASF fueron establecidos en el año 1923, cuando no había condiciones de producción eficientes en la escala comercial, debido a problemas térmicos de temperatura y presión, que provocaban la reversión de la síntesis. Ver Greenaway *et al.* (1988: 524-6).

de características interesantes en las especies domesticadas, o sea la introducción de genes.

Hasta mediados de los años 30, la industria de semillas continuó siendo reducida; ocupó pocos nichos del mercado y perdió participación relativa en la oferta de variedades para el sector público. Incluso se produjo una caída absoluta en el volumen de ventas en el período, que en 1933 era la mitad de lo alcanzado en 1925. En 1934, 78% de las principales variedades de trigo eran de origen público (Kloppenborg 1988: 82).

El desarrollo de híbridos de especies puras de maíz en 1926 y su introducción comercial en 1935, fue ciertamente el principal acontecimiento vinculado a las investigaciones y a la producción comercial de semillas en la primera mitad del presente siglo. Esa innovación permitió la implantación y crecimiento de las grandes empresas del ramo, tales como Funk Seeds, Pioneer y Dekalb.<sup>3</sup> En diez años, de 1935 a 1944, las semillas de maíz híbrido alcanzaron significativas ventas, en el orden de los US\$70 millones. En 1949 se introdujo un mejoramiento excepcional en la producción de maíz híbrido, las especies macho-estéril, que se difundieron en escala comercial en 1958 y ya estaban generalizadas en 1967.

La industria de pesticidas inició una nueva fase innovadora basada en los órganos sintéticos a partir de 1930; después de la Segunda Guerra Mundial se desarrolló en escala exponencial, propiciada por los avances en la generación y uso de moléculas órgano-sintéticas, cuyos principales ejemplos son el DDT y el BHC. Achilladelis *et al.* (1987) periodizan la evolución de los pesticidas químicos en decenios, a partir de aquella fecha, de la siguiente forma:

---

<sup>3</sup> Existe, sin duda, una estrecha vinculación entre el crecimiento del sector privado en el área de semillas y el surgimiento del híbrido, lo que se explica fundamentalmente por el mecanismo natural de apropiabilidad conferido por el híbrido, ya que no puede ser reproducido por el agricultor en el siguiente cultivo. Por otra parte, hay autores que ponen en duda las ventajas económicas ofrecidas por los híbridos *vis-à-vis* el uso de variedades. Sobre este asunto, ver Bernal (1954) y Kloppenburg (1988), en especial el Capítulo 5.

- ▶ De 1930 a 1939 hubo una serie de innovaciones en funguicidas, por la introducción de los ditiocarbamatos. En ese período, de los 20 nuevos productos, 16 eran funguicidas y, lo más importante en relación con todo el período anterior, éste fue el inicio del predominio de los productos de síntesis orgánica sobre los inorgánicos. También en los años 30 la mayoría de las empresas de pesticidas pasó a orientarse a la I+D, formándose a nivel del sector público una estructura organizativa de pruebas, análisis de interacciones biológicas y ambientales y difusión de los productos.<sup>4</sup>
- ▶ El período de 1940 a 1949 fue el principal en la trayectoria de la industria de pesticidas y, en particular, de insecticidas. Fue en 1940 que se introdujo el DDT, que inspiró el desarrollo de varios compuestos organoclorados y, muy pronto se desarrollaron los organofosforados por parte de la Bayer. El principal producto es el Parathion, introducido en 1944, que también dio origen a nuevos insecticidas organofosforados. En el campo de los herbicidas se dio a conocer la actividad fitotóxica durante investigaciones con sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas, como los ácidos fenoxiacéticos, de donde surgió, en 1944, desarrollado por la ICI, el hasta hoy utilizado 2,4D.
- ▶ Durante los años cincuenta se introdujeron 140 nuevos productos; prevalecieron los insecticidas, con los herbicidas ya en el segundo puesto y los funguicidas en el último. En los años 60 la industria alcanzó su madurez; llegó a colocar cerca de 256 nuevos productos, en esta oportunidad más herbicidas que insecticidas. Esa tendencia prosiguió en los años 70, convirtiendo así a los herbicidas en los principales productos de la industria, como todavía lo son. En 1960 las ventas de pesticidas en general alcanzaron en el mundo US\$ 780

---

<sup>4</sup> Debe registrarse en este trabajo que la mayor parte de los pesticidas que comenzaban a entrar en el mercado se derivaban de colorantes y solventes orgánicos sintetizados entre finales del siglo XIX y comienzos del XX, como los ditiocarbamatos, que antes eran utilizados como aditivos en la producción de caucho y que fueron probados con éxito como funguicidas; el ciclo pentadenio, que daría origen a varios organoclorados, como el Aldrín, el Heptacloro y el Dieldrín; y también el DDT, que fue sintetizado en 1874, aunque sólo fue utilizado como pesticida a partir de los años 40 de este siglo.

millones, en 1970 US\$ 2.5 miles de millones y en 1980 US\$ 8.2 miles de millones.

Los pesticidas son en estos días una industria bien establecida, con una estrategia de I+D, de difusión de la innovación y de ocupación de mercados que la diferencian claramente de los demás sectores de insumos para la agricultura.

Simultáneamente, y reforzando las transformaciones de base técnica, ocurre la ampliación de las formas institucionales de investigación agronómica y su difusión a los países menos desarrollados.

Ruttan (1983), al analizar varios sistemas nacionales de investigación, indica que éstos habrían evolucionado en etapas a lo largo de los dos últimos siglos. La primera etapa estaría basada en actividades innovadoras de productores rurales e inventores que actuaban aisladamente. Su característica distintiva era, por lo tanto, el carácter personalizado de las actividades. La segunda etapa estaría caracterizada por la organización de la investigación en laboratorios, con utilización de trabajadores especializados en investigación, vinculados a instituciones y empresas o a estaciones experimentales. En esa segunda fase habrían emergido diferentes modelos, relacionados con el tipo de investigación: biológica (principalmente pública, o algunas veces por medio de consorcios de investigación); química (producida en los laboratorios de las empresas) y mecánica (que continuó basada en la creatividad de algunos productores rurales, pero sobre la cual se realizaban ya investigaciones en las empresas).

La tercera etapa estaría caracterizada por la evolución de los sistemas nacionales integrados de investigación agrícola, con "el establecimiento de una capacidad de planeamiento de la investigación agrícola, competente para indicar prioridades a la asignación de recursos profesionales y financieros" (Ruttan 1983: 109). La cuarta etapa resultaría de la evolución en la dirección de organizaciones privadas y "cuasi-públicas", que se transforman y desenvuelven capacidad interna propia de planeamiento y asignación de recursos.

Desde los años 50 prevalecieron la tercera y cuarta etapas; más aquella que ésta, que sólo en los últimos tiempos asume una mayor dimensión. En algunos de los países menos desarrollados hubo procesos de institucionalización acelerada de la investigación agronómica durante el período que va de finales de los años 50 a comienzos de los 70, a partir del movimiento histórico conocido como Revolución Verde. Ese movimiento se difundió en el contexto de la internacionalización del capital productivo característica de la época de posguerra, en los países del Tercer Mundo, en especial en Asia y América Latina.

Para la agricultura ese movimiento aceleró la difusión del patrón moderno de producción agrícola, basado en especial en el uso de semillas mejoradas de alto rendimiento y de fertilizantes y, en consecuencia, con demanda de pesticidas y viabilizando la expansión de la mecanización.<sup>6</sup>

Los lazos cada vez más complejos que conforman ese patrón multi-sectorial se completan con la importancia creciente de la agroindustria procesadora. Su interacción con la agricultura, iniciada ya a finales del siglo XIX, moldeó en buena parte el perfil del moderno patrón de producción agrícola. Siguió la tendencia mencionada por Kautsky (1986).

Desde el punto de vista tecnológico, el crecimiento de la producción en masa implica la mecanización y el pasaje de procesos discontinuos a continuos, constituyendo lo que Malassis (1973: 257) llamó "complejos polivalentes integrados". Tales transformaciones se darán especialmente en la posguerra, e implican inversiones fuertes en un sector cada vez más concentrado y de elevada participación en la economía como un todo. "La tecnología agroindustrial tiene como objetivo transformar, estabilizar, adaptar nutricionalmente y diversificar los productos. Esta tecnología permite a las agroindustrias cumplir su doble función sobre la

---

<sup>6</sup> Dado que no es la intención de este trabajo escribir y discutir la Revolución Verde, remitimos a los interesados en este tema a la extensa literatura existente, entre la cual podemos citar a Palmer (1972); Griffin (1982); Mooney (1980), que ofrecen una visión crítica, y Brown (1970) y Hayami y Rutten (1988) para una visión favorable. En nuestra opinión, los trabajos de Palmer y Griffin son los que presentan perspectivas más interesantes y cercanas a la realidad.

**cadena agroalimentaria: concentrar, estabilizar y homogeneizar los productos agrícolas, y responder a las exigencias de la distribución en masa" (Malassis 1973: 257).**

La diversificación pasa a ser la palabra clave en la industria; puede ser evaluada de acuerdo con diversos enfoques: según los procesos de producción (conservas, congelados, deshidratados, liofilizados, irradiados); según las materias primas empleadas (amiláceos, proteínas vegetal y animal, fibras); según el grado de elaboración (natural, en conserva, rápido, precocido); según el público al que se dirige (comidas industrializadas para consumo en masa, alimentos infantiles, dietéticos, alimentos para animales caseros). Todos ellos son medios para segmentar y ampliar los mercados de alimentos industrializados (Malassis 1973: 265-6).<sup>6</sup>

Todo esto supone influencias directas e indirectas sobre la agricultura, dado que:

- a. **Innova los canales de comercialización, en razón de las demandas específicas y algunas veces cautivas sobre una producción que antes era directamente comercializada con el consumidor.**
- b. **Interfiere en el patrón innovador de la agricultura, ya que pasan a ser exigidos diferentes y específicos niveles de jerarquización de los**

---

<sup>6</sup> La industria agroalimentaria pasa, ya en la primera mitad del siglo, por un fuerte movimiento de concentración industrial (que también va a tener un segundo momento en los años 80, como veremos adelante). Guimarães (1979: 116), con datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, revela que, entre 1909 y 1947 los molinos estadounidenses disminuyeron de 12.000 a 1.200; el número de empresas del segmento intensivo declinó de 15.000 a 1.000, con las cuatro mayores cubriendo de 80 a 90% del mercado estadounidense. En 1949, el grado de concentración económica de las cuatro ya era de 56% en lácteos, 46% en carnes, 26% en panificación y 23% en conservas. Simultáneamente, la fuerza de las integraciones aumenta: a comienzos de los años 70 estaban consolidadas diversas formas de organizaciones contractuales entre productores agrícolas y agroindustriales. En los segmentos azucarero, de refrigeración, de productos vegetales, semillas, carnes ahumadas, algodón, algunas frutas y en la producción de pollos de corte, cerca de 90 a 100% de los productores de materia prima agrícola estaban vinculados a las procesadoras. (Guimarães 1979: 121).

productos agrícolas para atender a las necesidades técnicas de las firmas procesadoras.

- c. Altera el modelo organizacional de la producción (lo que también puede ser considerado como innovación), en la medida en que establece métodos y determina las acciones que deben ser ejecutadas en tiempos determinados. Desde luego, debe quedar claro que tales transformaciones no son homogéneas ni tampoco generalizadas; eso depende del grado de integración existente entre la firma agrícola y la firma procesadora, punto sobre el cual volveremos cuando analicemos la discusión del papel de las agroindustrias en la generación y difusión de tecnología y agricultura.

En consecuencia, es lícito considerar que en los años 40 y 50 en los países desarrollados y durante los 60 y los 70 en los menos desarrollados, se consolida el patrón moderno de producción en la agricultura, como todavía hoy lo conocemos, basado en el uso intensivo de insumos llegados de fuera de la agricultura, con bases científicas multidisciplinarias e institucionalmente organizadas, con una fuerte complementariedad entre los insumos y las técnicas, y elevada especificidad relacionada a las condiciones naturales del suelo y el clima y a las condiciones socioeconómicas, en especial aquellas que respetan los niveles de renta, instrucción y acceso a las informaciones. En la siguiente sección haremos un resumen de las principales características de este patrón tecnológico.

### **Conceptos más comunes relacionados con la interpretación de la génesis del patrón tecnológico moderno**

Señaladas las líneas generales del proceso concreto de evolución de la tecnología agrícola –recordar que se puede definir lo concreto como la síntesis de múltiples determinaciones, por lo tanto de la unidad de la diversidad– a continuación se resumirán los elementos analíticos que normalmente se encuentran en la literatura económica y de desarrollo

agrícola que tratan, directa e indirectamente, del proceso de innovación tecnológica de la agricultura.<sup>7</sup>

El primer elemento que podemos identificar en ese tipo de literatura se refiere a la *forma de clasificación de las tecnologías*. No importa la matriz teórica; los autores siempre examinan, con pequeñas variaciones entre ellos, las innovaciones según su origen disciplinario: químicas, biológicas y físicas. Tal encuadramiento tiene sentido a primera vista, porque el modelo tecnológico moderno está integrado por tractores y herramientas, sistemas de riego y drenaje, semillas mejoradas, fertilizantes y pesticidas químicos. En cambio, la generalización de esta clasificación (su empleo es casi automático cuando se desea expresar lo que viene a ser, en términos concretos, el patrón agrícola moderno), como veremos, hace perder de vista especificidades que juzgamos esenciales en el análisis de la evolución pasada y futura del modelo tecnológico de la agricultura.

En buena parte de los enfoques, la idea de innovaciones químicas, biológicas y físicas es utilizada de manera instrumental en las explicaciones más globales de desarrollo agrícola y, por tal causa, no permiten la observación de importantes determinaciones de forma, de dirección y del ritmo del desarrollo tecnológico en la agricultura. Decir que las innovaciones son químicas, biológicas y físicas es exactamente lo mismo que decir que para la producción agrícola concurren fenómenos químicos, biológicos y físicos, y que sería entonces natural que las tecnologías se desarrollasen en el ámbito de esas disciplinas.

El problema mayor es que, cuando procedemos de ese modo, estamos implícitamente asumiendo una heurística disciplinaria para

---

<sup>7</sup> Este apartado trae un resumen de la versión original de este trabajo, donde se hace una descripción y análisis de cuatro vertientes teóricas que tratan del tema de la innovación tecnológica en la agricultura: el abordaje marxista, que destaca las especificidades que el proceso de producción agrícola presenta para la valorización del capital; el abordaje específico de desarrollo agrícola, que destaca el pasaje de la agricultura tradicional a la agricultura moderna; la teoría de la innovación inducida, y los enfoques teóricos que tratan de las relaciones agricultura-industria. Para mayores detalles, ver Salles Filho (1993).

representar fenómenos que, en verdad, son bastante más complejos, de orden técnico, social y económico. De allí surge que las tecnologías existentes serían desdoblamientos naturales de la evolución previsible del conocimiento científico agrupado en aquellas disciplinas. En términos analíticos, este corte conlleva las siguientes consecuencias:

- a. Encubre diferencias extremadamente importantes entre tecnologías de una misma categoría innovadora. Por ejemplo, entre las innovaciones químicas se encuentran los pesticidas y fertilizantes, dos industrias radicalmente diferentes en sus actividades de investigación, desarrollo y producción, en las estrategias de comercialización, en las formas de competencia, etc. Entre las innovaciones biológicas se encuentran condiciones técnicas y económicas tan dispares como la industria de semillas de maíz híbrido, las estructuras públicas y privadas de investigación y desarrollo y las de producción de semillas de variedades (no híbridos), la producción de inoculantes para la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, el desarrollo y la producción de razas y especies de aves y cerdos, entre otros ejemplos no menos importantes.
- b. Permite interpretaciones fatalistas del desarrollo tecnológico cuando crea identidades entre ciertas actividades productivas y las tecnologías empleadas: la actividad de control de plagas y enfermedades es identificada con el método de control químico; la actividad de control nutricional con el método de fertilización química.
- c. Es una clasificación estática, porque no expresa cambios al interior de sus categorías innovadoras: innovaciones radicales como la ingeniería genética o como los *kits* de diagnóstico (que permiten determinar enfermedades a nivel de campo y del productor) continúan siendo tratadas como "innovaciones biológicas". La sustitución de pesticidas químicos por biológicos tampoco alteraría en nada tal clasificación.
- d. Por fin, y desde un punto de vista estrictamente práctico, se trata de una clasificación que hoy no expresa las transformaciones que se están produciendo. Aun aceptándose el nivel general y genérico que

ella propone, no contempla categorías totalmente nuevas, tales como las innovaciones microelectrónicas y de informática.

No se quiere decir que sea una clasificación errónea, pero sí inadecuada, como hemos demostrado. En la próxima parte procuraremos presentar una alternativa teórica con base en la idea de trayectorias tecnológicas que, a nuestro entender, supera los problemas apuntados.

Un segundo elemento es el de la concepción funcional del progreso técnico, en el sentido de que la innovación es reactiva a un objetivo claro y previamente identificado. Así sucede cuando se considera que las innovaciones vienen a resolver problemas generales:

- a. La valoración del capital.
- b. La rentabilidad de los factores de producción.
- c. La escasez relativa de los factores.
- d. Las necesidades de la agroindustria procesadora y de las necesidades de estructuración de hileras o de cadenas productivas.

No hay una noción competitiva de la innovación, una noción schumpeteriana, en la cual la innovación sea considerada como un instrumento fundamental de la competencia, capaz de generar asimetrías para conseguir ventajas competitivas futuras, comúnmente identificadas con el sobrelucro.

Nos parece absolutamente impropio partir del supuesto de que los productos agrícolas forman una estructura de mercado competitivo y, de ese modo, no aprehender diferencias tan evidentes como las que existen entre e intra los mercados de soya, maíz, leche, frutas tropicales, frutas templadas, carne bovina, carne de pollo, etc.

Fue a partir de aquella suposición general que Cochrane (1979) desarrolló la explicación teórica del *tread mill* aplicado a la agricultura que, en resumen, significa que la estructura competitiva de la agricultura impide

que la reducción de costos causada por la adopción de una tecnología sea apropiada durante un tiempo mínimo aceptable, dado que rápidamente la innovación se difundirá y habrá una reducción general del precio del producto agrícola, causada por la adopción de la tecnología reductora de costos.

Por otra parte, el agricultor es compelido a adoptar una innovación, pues en el caso de que no lo haga se encontrará con una estructura de costos incompatible con la reducción de los precios de su producto. De ese modo, el *tread mill* expresa la idea de moverse para no quedar atrasado, pero también de moverse para no salir del mismo lugar.

En una perspectiva semejante, se ha propuesto que el proceso de modernización de la agricultura de los países menos desarrollados sería regulado por un "mecanismo de autocontrol", en el cual justamente ocurriría un bloqueo de innovación (y, algunas veces, una reversión de la modernización) por el hecho de que la adopción de una tecnología llevaría al crecimiento de la oferta y, en consecuencia, a una reducción general de los precios de los productos agrícolas. Así, sino hubiese una demanda creciente y localizada en los sectores no agrícolas, habría un grado máximo de modernización, dado precisamente por la capacidad del sector no agrícola de absorber el producto agrícola.<sup>9</sup>

Como sucede con la idea de *tread mill*, no hay aquí una distinción que relacione el tipo de cultivo, el tipo de tecnología y el ámbito competitivo encontrado. *Es esa generalización la que, a nuestro entender, debilita la capacidad explicativa de la mayoría de estos enfoques.*

Aún debe agregarse que el proceso de difusión de tecnología es encarado como *un fenómeno esencialmente colectivo*, en el cual se colocan obstáculos teóricos a la adopción de la tecnología. La tasa de

---

<sup>9</sup> A pesar de que en el caso analizado no se trata de un mecanismo general de difusión de innovaciones, se supone que en una economía desarrollada el mecanismo de autocontrol sería superado por el de *tread mill*; la estructura competitiva de la agricultura así lo determinaría, ya que el supuesto teórico es el mismo en ambos enfoques.

adopción depende exclusivamente de diferentes y temporarias aversiones al riesgo, que son linealmente superadas a medida que la innovación es adoptada por los agricultores menos razonables y demuestra su superioridad económica, llevando a que los otros busquen maximizar sus posiciones en la nueva situación productiva.

Esta concepción de difusión tiene en contra factores estáticos como, por ejemplo, niveles críticos de renta para la adopción, propuestos en los modelos de difusión, conocidos como *probit*, y más aún, factores dinámicos asociados a la difusión, con la expectativa de nuevos cambios en la tecnología, de nuevas oportunidades tecnológicas que hagan que el productor no adopte aquella tecnología en espera de una nueva, posiblemente más ventajosa.<sup>9</sup>

Si pasamos a considerar el proceso innovador de acuerdo con los diferentes ámbitos competitivos que existen y que evolucionan en la agricultura, se hace más fácil comprender una serie de fenómenos que normalmente son atribuidos a las especificidades de la producción agrícola, en especial aquellas que son motivo de extensos debates en la literatura, tales como la menor rentabilidad de la actividad agrícola, la subordinación de la agricultura al capital comercial o industrial y, en buena parte, las heterogeneidades del proceso de modernización, en el cual conviven culturas más y menos modernas.

Si la modernización tecnológica es entendida en el ámbito dinámico de competencia, donde hay un proceso permanente de búsqueda y selección de innovaciones para la generación de asimetrías, que se procesan en los desdoblamientos de regímenes o de trayectorias tecnológicas, *la noción de especificidades generales de la agricultura se desvanece y pasan a tener sentido las especificidades de los mercados de productos agrícolas, de los mecanismos de competencia prevalecientes y de las*

---

<sup>9</sup> Sobre este asunto recomendamos la lectura de Rosenberg (1982, cap. 5); Metcalfe (1984); Stoneman (1986) y Pérez y Soete (1988).

**diferentes trayectorias tecnológicas, del enfrentamiento de diversos capitales que se valorizan en la agricultura.<sup>10</sup>**

La idea de un ámbito competitivo general en la agricultura, definido por la libre competición en los precios, puede hoy parecer tan impropia como lo fue para Schumpeter, en 1944, la misma idea aplicada al conjunto de la economía.

La noción estática de estructuras de mercado (para la industria) representaba la propia negación del carácter intrínsecamente evolutivo de la economía capitalista, que se expresaba por el "impulso fundamental (...) proveniente de nuevos bienes de consumo, nuevos métodos de producción o transporte, nuevos mercados y las nuevas formas de organización industrial creadas por la empresa capitalista" (Schumpeter 1987: 82-3). De ese modo, ni la agricultura conlleva una estructura determinada de mercado, ni las relaciones entre estructuras de mercado y proceso de cambio tecnológico son unívocas.

La posibilidad de disfrutar de posiciones temporarias monopólicas y/u oligopólicas actúa como un poderoso incentivo de la actividad innovadora, y esa perspectiva influye y estimula en el proceso innovador mucho más que cualquier estructura de mercado *ex ante*. Claro está que en la agricultura el problema de apropiación de innovaciones es mucho mayor que en buena parte de las ramas de la industria. En consecuencia, tanto desde el punto de vista teórico como empírico, no es difícil registrar que se den situaciones heterogéneas. Esta es una de las perspectivas hacia las cuales procuraremos dirigir el análisis en la siguiente sección.

## **GENERACION Y DIFUSION DE INNOVACIONES TECNOLOGICAS EN LA AGRICULTURA: METODOS PARA SU INTERPRETACION**

En esta parte del trabajo presentaremos, en primer lugar, algunos enfoques teóricos sobre el proceso de generación y difusión de tecno-

---

<sup>10</sup> Para una definición de una noción dinámica de competencia ver Possas (1985, en especial pp. 174-5).

logías de una manera general y, posteriormente, procuraremos aplicar conceptos vinculados a esos enfoques que nos parecen de gran utilidad para la comprensión del proceso innovador en la agricultura.

### **Conceptos generales sobre el proceso de generación y difusión de innovaciones**

Ante todo, nos gustaría llamar la atención sobre el mecanismo general mediante el cual la agricultura se coloca en relación con la innovación tecnológica, recordando siempre que nos estamos refiriendo a la discusión sobre el patrón tecnológico anteriormente descrito. A partir de él podríamos introducir tres puntos básicos sobre la innovación:

- a. La agricultura es básicamente usuaria de innovaciones y, por lo tanto, las fuentes innovadoras están localizadas entre los productores y proveedores de tecnología, los cuales se encuentran esencialmente fuera del sector agrícola.
- b. Innovar en este patrón significa, a lo largo de su constitución, innovar principalmente en procesos.
- c. Los mecanismos de apropiabilidad de las innovaciones por parte de los usuarios son teóricamente muy frágiles. De ese modo, el proceso innovador sería primariamente un proceso de adopción y difusión de tecnologías que son en verdad desarrolladas por firmas cuyas principales acciones están fuera de la actividad agrícola.<sup>11</sup>

Estas características pueden perfectamente encuadrarse en la clasificación de Pavitt (1984), que agrupa las diferencias entre los diversos sectores en términos de modo y de tasas de la actividad

---

<sup>11</sup> Debemos relativizar la idea de localización externa de los productores de tecnología porque, por un parte, hay casos en los cuales esos productores se encuentran orgánicamente vinculados a la producción agrícola, como por ejemplo de semillas y, por otro lado, la localización de los productores fuera de la agricultura no significa ausencia de interacciones, pues hay una serie de actividades, tales como campos experimentales, monitoreo de las tendencias de mercado, etc., que aproximan la actividad industrial a la agrícola. Volveremos sobre este punto más adelante.

innovadora. En ese trabajo se encuentra una división que nuclea las diferentes trayectorias innovadoras en cuatro grupos principales: dominado por el proveedor, intensivo en escala (orientado para aprovechar utilidades de escala), proveedor especializado (equipos e instrumentos) y basado en la ciencia. La agricultura, en razón de las características mencionadas, es clasificada como "dominada por el proveedor" (ver también Dosi *et al.* 1990: 90-8).

Sería interesante, en este punto, formular algunas cuestiones para orientar las discusiones que pretendemos sistematizar:

- a. ¿Cómo tomar en consideración, al mismo tiempo, los factores que condicionan la forma, el grado y la dirección del cambio técnico en los diferentes *loci* de intereses existentes en el proceso innovador de la agricultura? ¿Cómo se distinguen, por ejemplo, los intereses de la "oferta" y de la "demanda" de las innovaciones, o cómo se coordinan para establecer cierta trayectoria?<sup>12</sup> O bien: ¿el hecho de ser generador de innovaciones significa que el proceso innovador es unidireccional?
- b. ¿Existirían actividades de generación de tecnologías típicas de la unidad de producción agrícola? ¿Cuáles son las condiciones que definirían tales actividades? ¿Qué elementos podrían determinar diferentes grados de apropiabilidad de la actividad innovadora a nivel de la producción agrícola?

Estas preguntas constituyen el desdoblamiento de los elementos teóricos anteriormente destacados y orientan una tentativa de avanzar en la idea general de que la agricultura es generadora de innovaciones. Así, los próximos apartados presentarán elementos que sirvan, por lo menos, para encaminar respuestas a esas preguntas.

---

<sup>12</sup> Los términos oferta y demanda no tienen aquí el sentido de distintas fuerzas que dirigen la innovación, como podría desprenderse de la lectura presentada, sino que son empleados para facilitar la comprensión de lo que queremos decir. Más adelante discutiremos la dicotomía *demand pull/technology push*.

### ***Demanda y oferta en la generación de tecnología***

Una gran parte de la literatura económica sobre innovación (y no solamente en la economía agrícola) privilegia los factores vinculados a la demanda en el proceso innovador.<sup>13</sup>

El importante trabajo de Schmookler, publicado en 1962, que correlacionaba positivamente el crecimiento de la producción de una determinada clase de productos con la tasa de invenciones asociadas a esa clase y medidas por el crecimiento de número de patentes, lo llevó a concluir: "los inicios existentes sugieren que la sociedad puede afectar la asignación de recursos destinados a la invención mediante el mecanismo de mercado, de modo semejante a la manera en que afecta la asignación de recursos económicos en general. Si esto es así, el progreso tecnológico no refleja una causa independiente del cambio socioeconómico (...).

Es improbable que aparezcan bienes y técnicas nuevos que se introduzcan en la sociedad sin la existencia de una demanda, aunque sea latente (...). Existiría una tendencia crónica de la tecnología a marchar siempre detrás de la demanda (Schmookler 1979: 107).

Como indica Dosi (1984a: 80-1), la "versión pura" de los modelos de *demand pull* se estructura sobre el siguiente esquema:

- a. "En un determinado momento existe un conjunto de bienes en el mercado que incorpora diferentes «necesidades» para sus consumidores".
- b. Los consumidores o usuarios expresan, por medio de sus patrones de demanda, sus preferencias sobre las características de los bienes que mejor responden a sus necesidades.

---

<sup>13</sup> Para una extensa revisión de los estudios económicos de innovación basados en la idea de dirección determinada por la demanda, ver Mowery y Rosenberg (1982).

- c. Un crecimiento de la renta podría aumentar la demanda de aquellos bienes que mejor incorporen las características deseables que cumplan con las necesidades del consumidor o usuario.
- d. "En este momento los productores entran en escena realizando las necesidades reveladas por los consumidores", mostrando un gran peso de la "dimensión de utilidad" del bien que incorpora la innovación.
- e. Comienza el proceso innovador propiamente dicho.

Algunos aspectos conceptuales son importantes de destacar en el patrón: en primer lugar, existe siempre la posibilidad del conocimiento apriorístico de la dirección de la innovación, determinado por las señales (necesidades) emitidas por el mercado; en segundo término, con respecto a los productores, ese enfoque implica que existe un conjunto dado de opciones de innovaciones y un conjunto conocido de resultados, cualquiera que sea la elección hecha;<sup>14</sup> en tercer lugar, no se considera que ocurren innovaciones radicales; finalmente, si existe un conjunto de posibilidades innovadoras *a priori*, debería explicarse por qué nadie trató de explotarlas, anticipándose a la demanda.<sup>15</sup>

La contraposición más característica a los modelos de demanda sería el modelo de oferta existente en la concepción schumpeteriana, cuyo sentido es que la innovación emprendida por el empresario innovador (o por la empresa o grupo que buscan innovaciones) se daría debido a las expectativas de asumir posiciones competitivas ventajosas y no por una demanda específica del mercado.

---

<sup>14</sup> Sin embargo, como afirma Dosi (1984a; 1984b), la introducción de variables de riesgo y estocásticas puede debilitar, en la concepción de *demand pull*, la idea de resultados conocidos.

<sup>15</sup> La respuesta de que no habría una preeminencia en términos de señales de mercado no es satisfactoria. Si aceptamos la hipótesis de que cierta tecnología puede conformar una perspectiva favorable de inversiones que conduzcan a posiciones ventajosas en el futuro, entonces no habría un motivo objetivo para que tal expectativa no fuese realizada.

En esta perspectiva pesa mucho, por un lado, la capacidad de la firma para conducir actividades sistemáticas de I+D, y en institucionalizar tales actividades; por otro lado, la evolución del conocimiento científico, que permite desdoblamientos para la actividad innovadora propiamente dicha.

De ese modo, existirían dos importantes implicaciones de esta visión: una firma con gran capacidad de investigación tendría, en principio, ventajas sobre otra sin una base semejante; el ritmo de actividad innovadora dependería de los avances que se dan en la esfera científica (Karmien y Schwartz 1982: 33).

A pesar de que apuntan a causaciones diferentes, no habría grandes incompatibilidades entre los dos modelos. El problema no es de una dicotomía entre oferta y demanda. Ambas ocurren en la práctica. Así, la primera conclusión que se puede extraer de estos modelos es que hay determinantes internos y externos a las estrategias empresarias en lo que corresponde al proceso innovador.

Para Dosi (1984a: 82) existe entonces una compleja estructura de retroalimentación entre el ambiente económico y la dirección del cambio técnico. "Una teoría tentativa del cambio técnico debería definir, de la forma más general posible, la naturaleza de estos mecanismos interactivos. De diferentes modos, las teorías de *demand pull* y de *technology push* fallan al hacerlo".

Existe en la literatura neo-schumpeteriana una gama de conceptos, más o menos abarcadores, que se han desarrollado para analizar el cambio técnico desde un punto de vista económico, según una óptica sistemática e histórica que arroje luz sobre las interacciones apuntadas por Dosi en la última cita. Sin embargo, antes de introducirnos en esos conceptos, vale la pena enunciar algunos hechos observables sobre la naturaleza del proceso innovador.

- a. La actividad innovadora comporta un procedimiento de búsqueda, no de selección óptima sobre un conjunto dado de posibilidades, cuyas características y resultados en el mercado serían conocidos *ex ante*. No se puede conocer de antemano si una nueva tecnología a ser

adoptada o desarrollada encontrará automáticamente una respuesta positiva en el mercado.

- b. Siendo así, la innovación es realizada bajo condiciones de incertidumbre. Por más que se conozcan los atributos tecnológicos y económicos de una innovación, sus interrelaciones no son totalmente deducibles, en especial en lo que respecta a las implicaciones que los atributos estrictamente técnicos pueden tener para la dimensión económica de la actividad (Nelson y Winter 1982: 248).
- c. Se considera, por lo tanto, que el proceso innovador sólo puede ser completado después de una instancia selectiva que, *grosso modo*, puede ser identificada como el mercado hacia donde la innovación es dirigida. Así, una condición necesaria para el éxito de una innovación es su aceptación *ex post* por parte de los usuarios.<sup>16</sup>
- d. Esta búsqueda no es, por lo tanto, aleatoria. Se le puede conferir un sentido, basado en las oportunidades derivadas del avance científico. Además, son establecidas, a nivel de las firmas, rutinas para la actividad de investigación. Existe un conjunto de actividades que pueden ser utilizadas para conocer más sobre los atributos económicos y tecnológicos de una tecnología, que conforma una estrategia de investigación basada en ciertas normas que conducen a criterios de evaluación que, a su vez, indican los caminos preferenciales de búsqueda (Nelson y Winter 1982: 249).<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Nelson y Winter (1977; 1982) alertan sobre el hecho de que esto es una formulación general, y que las actividades de búsqueda y selección presentan elementos muy diferentes para cada situación, por ejemplo, entre innovaciones en producto y en proceso, entre mercados donde las innovaciones son más o menos obligatorias en el proceso competitivo, etc. (ver Nelson y Winter 1982:226 y siguientes).

<sup>17</sup> Esos criterios nada tiene en común con un cálculo maximizador de corto plazo, que lleva siempre a una mejor opción dentro de las posibilidades dadas y de acuerdo con las relaciones microeconómicas existentes. Son criterios racionales, sí, pero no necesariamente maximizadores, porque están fundados en un ambiente de incertidumbres, donde los parámetros no están determinados.

- e. De ese modo, las expectativas con respecto al futuro del progreso técnico tienen una gran influencia, por ejemplo, sobre la tasa de adopción de una determinada tecnología, o incluso sobre la dirección que debe tomar el cambio tecnológico (Rosenberg 1982: 105-7).
- f. La naturaleza de las actividades de investigación está crecientemente ligada a ámbitos formales para IyD, orgánicamente integrados a las actividades habituales de las firmas (Dosi 1984a: 223).
- g. El nivel de aprendizaje influye en la dirección del cambio técnico; es, en verdad, un factor que condiciona la dirección y el grado de explotación de una tecnología. Como mostró Rosenberg (1982, cap. 6), la innovación consecuente del aprendizaje es un hecho incluido en la historia del desarrollo tecnológico de este siglo; tanto el *learning by doing*, como el *learning by using* conforman, al mismo tiempo, un requisito y un resultado del proceso innovador.<sup>18</sup>
- h. Existen externalidades e interdependencias tecnológicas. El proceso de aprendizaje, a pesar de ser específico para las firmas o grupos, supone "capacidades tecnológicas de aplicación colectiva" (Canuto 1992: 20). Esas capacidades están referidas a las relaciones entre firmas, entre éstas y el aparato productivo como un todo y con otros *loci* de competencia, tales como instituciones públicas de enseñanza e investigación y los propios usuarios, los cuales, como muestra

---

<sup>18</sup> El *learning by doing* es una forma de aprendizaje que tiene lugar en las etapas de producción, una vez que el producto ha sido diseñado y concebido, una vez que la etapa de investigación y desarrollo ha sido completada. "Consiste así en el desarrollo de creciente habilidad en la producción". El *learning by using*, en su forma pura, es el aprendizaje que resulta del uso del producto y que es revertido en una mejoría de las condiciones posteriores de uso que, por ejemplo, pueden aumentar la vida útil de un equipo y reducir costos operacionales (es aplicado particularmente a los bienes de producción). Este tipo de aprendizaje también puede revertirse en modificaciones en el producto. O sea que, después del uso intensivo y prolongado, son incorporadas mejoras al equipo como consecuencia del aprendizaje surgida durante el uso (Rosenberg 1982, cap. 6).

Lundvall (1988: 352-3), influyen sobre la definición de la dirección de la actividad de I+D.<sup>19</sup>

- i. El conocimiento no es completamente transferible, en el sentido de que no puede ser igualmente transcrito. Hay elementos referentes a la práctica del conocimiento tecnológico que están vinculados a la habilidades y al conocimiento tácito específico desarrollado en una tecnología.
- j. La dirección del cambio técnico, por lo menos en lo que respecta a las innovaciones incrementales, es normalmente definida por el estado del arte de la tecnología que ya es utilizada. Rosenberg (1969) llamó la atención sobre el hecho de que existen imperativos tecnológicos que llevan a que el desarrollo tecnológico esté normalmente enfocado en ciertas direcciones y no en otras, muchas veces en función de "cuellos tecnológicos" concretos que indican cierto camino en la búsqueda de soluciones, que estarán señaladas por el estado del conocimiento relativo de aquella tecnología o de aquel conjunto de tecnologías. Rosenberg llamó a este fenómeno *focusing devices*.
- k. Como consecuencia de las nociones de búsqueda, aprendizaje y *focusing devices* se encuentra la noción de acumulatividad de la actividad innovadora. Para Nelson y Winter (1982: 257), el resultado del proceso de búsqueda no es sólo una innovación de uso inmediato, como punto de partida para atender futuros procesos de investigación, debido a la competencia establecida en aquel campo específico y a la existencia de innovaciones posibles (y no previamente conocidas) en la vecindad de la tecnología desarrollada.

---

<sup>19</sup> En verdad, Lundvall apunta al hecho de que la transposición del conocimiento adquirido en el aprendizaje por el uso para el perfeccionamiento de la innovación sólo puede darse merced a un proceso interactivo entre productor y usuario de tecnología.

Este camino representa lo que los autores citados denominan *trayectorias naturales de una tecnología*.<sup>20</sup>

En resumen, el proceso innovador es caracterizado por un ambiente de incertidumbre, en el cual las condiciones y los resultados no son conocidos de antemano; está condicionado en su esencia por factores referidos a la naturaleza de la tecnología; objetivamente es procurado por los agentes económicos, y depende del aprendizaje y las capacidades tecnológicas colectivas (en mayor o menor grado, de acuerdo con cada sector).

### *Los conceptos de trayectorias y paradigmas tecnológicos*

Dosi (1984a; 1984b) construyó los conceptos de paradigma y de trayectoria a partir de la comprobación de que la tecnología es un conjunto teórico y práctico de partes del conocimiento, que comprende "know how, métodos, procedimientos, experiencias de éxito y fracaso y, naturalmente, dispositivos y equipos".

Estas características se encuentran tanto incorporadas como no incorporadas a dispositivos físicos y equipos. La tecnología, así identificada, implica la percepción de posibles alternativas actuales y de eventuales desarrollos futuros. En otras palabras, conforma un conjunto limitado, pero no bien definido, de caminos a seguir.

Al percibir que existe un paralelo entre esta perspectiva y los atributos de la ciencia, Dosi (1984a: 14) sugirió una analogía entre el concepto de paradigmas científicos elaborado por Kuhn, y la existencia de paradigmas tecnológicos. La noción de paradigma científico es definida como la visión predominante para formular y encaminar soluciones de determinados conjuntos de problemas. Inicialmente, su éxito es una garantía de que cierto conjunto de cuestiones científicas pueden

---

<sup>20</sup> Las "trayectorias naturales" pueden estar referidas a ciertas tecnologías en particular o a elementos más generales, como por ejemplo la exploración de economías de escala y el incremento de la mecanización. La "búsqueda de oportunidades de mecanización, así como también la explotación de economías de escala latentes, pueden servir como un foco (general) de la actividad inventiva" (Nelson y Winter 1982: 260).

ser formuladas y resueltas de la manera en que el paradigma lo propone. La realización de esa promesa y los caminos por los cuales evoluciona el paradigma son denominados de Ciencia Normal.

Un paradigma tecnológico puede ser definido "como un modelo y un patrón de solución para problemas tecnológicos específicos, basado en determinados principios (derivados de las ciencias naturales) y en determinadas tecnologías materiales". De la misma manera que la Ciencia Normal representa la realización de promesas contenidas en el paradigma científico, una trayectoria tecnológica representaría el modo y los patrones normales con los cuales evoluciona el paradigma tecnológico.<sup>21</sup>

El paradigma tecnológico, que Dosi también refiere como un programa de investigaciones, incorporaría "fuertes prescripciones sobre la dirección del cambio técnico"; debe ser seguido o evitado, lo que implica capacidad de exclusión sobre otras alternativas inicialmente posibles. Los caminos técnicos, las fuerzas económicas y los factores sociales e institucionales actuarían como criterios selectivos sobre las posibles opciones.

Una vez ocurrida esta primera selección de un camino (*path*, en palabras del autor), éste pasa a tener un movimiento propio, que no significa que sea autónomo, pero que implica una marca, una preferencia en la elaboración y solución de problemas.<sup>22</sup>

Dosi define además algunas características de las trayectorias tecnológicas:

---

<sup>21</sup> Para una discusión entre paradigma científico y paradigma tecnológico ver, por ejemplo, Clark (1987), quien propone que no haya distinción entre paradigmas científico y tecnológico, dado que la ciencia y la tecnología, para el autor, no serían actividades discretas, separables, sino partes de la misma búsqueda continua de conocimientos: las relacionadas con el mercado y las relacionadas con los objetivos de los profesionales comprometidos con la ciencia.

<sup>22</sup> Este *path*, o trayectoria, corresponde a los conceptos de trayectoria natural elaborados por Nelson y Winter y al de *focusing devices*, propuesto por Rosenberg.

- a. Pueden ser más generales o más circunstanciales.
- b. Representan, generalmente, complementariedades, lo que implica que el desarrollo o a falta de una cierta tecnología, puede estimular o refrenar el desarrollo de otras.
- c. La frontera tecnológica es mutable, pero puede ser identificada con el mayor nivel alcanzado en un determinado camino en un preciso momento.
- d. El progreso en una trayectoria es parcialmente dependiente de características acumulativas, lo que significa que las posibilidades de avance de una firma o de un país pueden estar relacionadas con las posiciones previamente ocupadas en relación con las fronteras tecnológicas.
- e. Puede haber trayectorias tan fuertes desde el punto de vista técnico y económico que hagan mucho más difícil la transición hacia alternativas igualmente viables (nuevas trayectorias).
- f. Es dudoso que se pueda evaluar *ex ante* la superioridad de una trayectoria sobre otras posibles. "Esta es una de las razones que están detrás de la naturaleza intrínsecamente incierta de la actividad de investigación".
- g. Las tecnologías compiten entre nuevas y viejas y entre las nuevas posibles. Así, crecientes dificultades en seguir una trayectoria y el surgimiento de nuevas oportunidades abiertas por el conocimiento científico pueden llevar al abandono de la trayectoria y aun del paradigma prevaleciente.

Siguiendo la noción evolucionista de la tecnología, Dosi muestra que el proceso selectivo de una tecnología (una trayectoria) se da primero en la dirección de los cambios y después entre los cambios. Existe una compleja interacción de factores económicos, tales como la búsqueda de nuevos mercados, nuevas oportunidades de lucro, búsqueda de reducción de costos, tendencia a la automatización, etc. que, junto con factores institucionales, como serían los intereses y las estructuras de

las industrias y de las agencias gubernamentales, actuarían en la selección del conjunto de posibilidades que ofrecen el conocimiento científico y las tecnologías (paradigma) vigentes.

En la fase de surgimiento de los paradigmas tecnológicos, ciertos elementos aparecen con más fuerza, tales como los ámbitos responsables por la producción del conocimiento y las diferentes expectativas y reacciones frente a las nuevas oportunidades tecnológicas que se presentan. Esto, con frecuencia, remite a la emergencia de nuevas pequeñas empresas que se ponen en marcha en estas oportunidades.

En una segunda fase se da mayor integración entre producción, explotación y difusión comercial de la innovación. "Cuanto más se establece un modelo tecnológico, más los mecanismos de generación de innovaciones y de avances tecnológicos se hacen endógenos al mecanismo económico normal (Dosi 1984b: 89-90)".<sup>23</sup>

### ***Consideraciones sobre la difusión de tecnología***

La evolución de los trabajos sobre difusión de tecnología tiene mucho en común con los trabajos sobre los condicionantes del proceso innovador, sobre todo de generación de tecnología. Así como existe un

---

<sup>23</sup> El concepto de trayectoria tecnológica revela coherencia con otro concepto que enfatiza la existencia de caminos preferenciales sobre los cuales evolucionan ciertas tecnologías. Se trata del concepto de *guide posts* (señalizaciones) tecnológicos de Sahal (1981a) que, en resumen, significa que una gran cantidad de innovaciones, en una determinada industria, se desdoblán a partir de alteraciones sobre un diseño básico. Sahal utilizó este concepto para estudiar la evolución tecnológica de la industria de tractores. La noción de *guide posts* es un concepto que revela la existencia de orientaciones para la innovación al interior de una trayectoria tecnológica. Ellas destacan el contenido evolutivo, incremental, acumulativo y, principalmente, dependiente de cierto camino anteriormente adoptado. Evolutivo porque la tecnología se desarrolla a partir de un elemento básico, una innovación básica, que presenta un gran potencial de desdoblamiento; incremental porque está referido a alteraciones graduales, ajustes y mejoramientos que alteran de alguna forma el producto final; acumulativo porque es un proceso de aprendizaje y de retroalimentación realizado en conjunto con los usuarios; dependiente del camino porque la innovación original exitosa y potencialmente fecunda define la opción por ciertas rutas técnicas en detrimento de otras. Ver al respecto los trabajos de Sahal (1981b) y Fonseca (1990).

predominio de la concepción del proceso innovador basado en los elementos relacionados a la demanda, también en lo que se refiere a los mecanismos de difusión prevalecen los enfoques que privilegian los imperativos de demanda. La vinculación es lógica: si son las preferencias del usuario o consumidor y sus respectivas situaciones de renta las que inducen el proceso innovador, entonces consecuentemente se encuentran ahí también los motivos para explicar diferencias en las tasas de adopción y difusión de tecnologías intra y entre sectores.

Stoneman apunta algunas críticas generales a esta visión:

- a. Las fuentes de información son todas internas y la reducción del riesgo sólo puede darse por la extensión de la adopción o del uso de la tecnología, por lo cual no hay una fuente externa de información capaz de alterar este panorama ni tampoco se considera la posibilidad de búsqueda de información por parte del adoptante.
- b. La tecnología no cambia en el tiempo durante el proceso de difusión; no se considera la posibilidad de mejoras y abaratamiento, lo que implica analizar el proceso en un marco referencial estático.
- c. Con base en el conocimiento de la situación presente, el tratamiento del riesgo, la incertidumbre y la obtención de información se hace sobre una función maximizadora del *mix* lucro esperado *versus* riesgo asociado, entre la vieja y la nueva tecnología, lo que implica considerar el riesgo como una función de la información, y ésta como limitada en función del tiempo (Stoneman 1986: 16-9).<sup>24</sup>

Además de esos problemas, vinculados con las visiones de demanda, Metcalfe (1984: 105) observa que existe una identificación equivocada entre mecanismo de adopción y de difusión; dicho autor destaca un elemento que, como regla, es ignorado en los modelos de difusión y que él denomina "estándar". Se trata de cuestionar la expectativa de lucro del productor de la tecnología y no sólo la del usuario o consumidor. Tal

---

<sup>24</sup> Para una discusión más abarcadora sobre la cuestión de la decisión sobre riesgo e información limitados ver Stoneman (1986: 18-9) y Metcalfe (1988).

enfoque muestra una fragilidad crucial de los modelos de demanda, y resulta particularmente importante para los objetivos del presente trabajo, dado que justamente el proceso innovador de la agricultura se encuadra en un procedimiento de difusión que corresponde tanto a los adaptantes como a los proveedores de tecnología.

Sería una grave negligencia ignorar determinaciones por el lado de la oferta en un proceso donde hay, como mínimo, dos perspectivas de lucro: la del productor y la del usuario de tecnología que son, como demuestra Metcalfe (1984: 110), diferentes, variables en el tiempo y presentan direcciones opuestas.

El mismo autor resalta la existencia de elementos vinculados a la producción de tecnologías que desempeñan un papel fundamental en el proceso de difusión. Tales elementos tendrían tres orígenes:

- a. Las innovaciones pueden presentarse como competitivas o complementarias con respecto a las tecnologías existentes, lo que puede restringir su difusión e incluso estimular el crecimiento de la tecnología en uso. Dos son los caminos que ocasionan este fenómeno: uno es el referido a las expectativas sobre las ventajas de la nueva tecnología, tanto en la forma como ellas se presentan en el momento en que aparecen en el mercado, como en el sentido en que se espera que ellas puedan ser mejoradas en el corto plazo, conforme lo señalado por Rosenberg (1982); el otro se refiere a los límites de explotación de la trayectoria vigente. Tienden a ser más explotados en una situación de competencia entre tecnologías, en función de mayores conocimientos tecnológicos, productivos y comerciales acumulados.
- b. Las condiciones de producción de la tecnología pueden sufrir alteraciones de costos en razón, por ejemplo, de dificultades en la oferta de *inputs* básicos (tales como trabajo, materias primas y máquinas); en la medida en que crece la producción de innovaciones, puede causar aumentos en los precios de esos insumos y una caída en el lucro de los productores.

- c. El patrón de innovaciones que seguirá a la innovación fundamental (las innovaciones secundarias, que muchas veces son más efectivas desde el punto de vista económico) tendrá un impacto importante sobre la tasa de difusión, en la medida en que interferirá en las condiciones comparativas entre nuevas y viejas tecnologías.<sup>26</sup>

De estas comprobaciones se desprende la observación general de que el ámbito de difusión no es estático; cambia como consecuencia de la propia difusión, pues habrá una fase de competencia entre nuevas y viejas tecnologías, porque el proceso de aprendizaje alterará el significado técnico y económico de la innovación en la medida en que ésta se difunda, y porque serán también alteradas las condiciones de producción de la tecnología. De ese modo, ocurre un proceso interactivo y dinámico en el cual la difusión no puede ser concebida como fenómeno unidireccional y de dimensiones previamente definidas, como si fuese lo mismo que "llenar una botella" (Gold 1981). El ritmo de difusión depende de los condicionantes de la demanda en la medida en que depende de los condiciones de la oferta (Soete 1985).

Un corolario de la discusión sobre los papeles que desempeñan la oferta y la demanda en el proceso innovador, en la difusión y en la generación de tecnología (en esta última sobre todo cuando se trata de innovaciones incrementales, o incluso radicales, como ya se ha definido), es que se estructura un espacio de relaciones entre productor y usuario de tecnología. Como vimos, ésta es la situación más frecuentemente encontrada en la agricultura moderna, donde se distinguen nítidamente las figuras de productor y usuario.<sup>26</sup>

Entre el usuario y el productor surge un mercado cuyo análisis deberá ser hecho no sólo a partir de las relaciones cuantitativas de precio/volumen, sino principalmente teniendo en cuenta las relaciones cualitativas que allí se forman. Eso implica reconocer que existe un proceso

---

<sup>26</sup> Tanto pueden ocurrir alteraciones en la innovación fundamental por el lado del producto como por el lado del usuario, mediante el aprendizaje *by doing* o *by using*.

<sup>26</sup> Para una primera aproximación a la idea del proceso innovador en la agricultura influido por las relaciones usuario/productor, ver Salles Filho y Poffo Ferreira (1990).

de aprendizaje en la relación, acumulativo y evolutivo en lo que respecta a cantidad y a calidad de información en circulación. También significa reconocer que hay una interdependencia entre los sujetos económicos, a pesar de que formalmente ellos puedan ser independientes.

La innovación sería el resultado de la combinación de elementos organizativos con los del mercado. O sea, con el flujo de informaciones de precio y volumen y las transacciones realizadas por unidades formalmente independientes se combinan flujos de información cualitativa que tienen interdependencia entre ellos, lo que deberá dar lugar a una forma jerárquica de la relación; se refleja así el hecho de que una parte domina a la otra, sea por su poder financiero o por su superioridad en investigación y desarrollo. Obviamente, entre los dos extremos puede haber diversos grados de interacción y diversos tipos de relaciones.<sup>27</sup>

### *La concepción y el papel del ámbito institucional*

Desde el punto de vista teórico relacionado con la perspectiva neoschumpeteriana, la cuestión institucional aparece con más frecuencia en los trabajos que tratan de la existencia de orden y coordinación en los ámbitos evolutivos, donde el cambio y los desequilibrios son elementos propios de los sistemas y los resultados de las decisiones son intrínsecamente inciertos.

Si se considera que los cambios tecnológicos ocurren en un contexto de diferentes grados de adaptación y de oportunidades tecnológicas; con existencia de elementos tácitos e idiosincráticos vinculados a la adquisición y difusión de conocimiento; con variabilidad en las bases de conocimiento de los procesos de búsqueda; con incertidumbres sobre los resultados de una innovación; con irreversibilidad de los procesos decisorios; con mutua determinación entre la estructura del mercado y el cambio tecnológico; con permanente creación y recreación de asimetrías entre los agentes económicos en sus ámbitos competitivos, queda

---

<sup>27</sup> Para una descripción y análisis del enfoque de las relaciones usuario/productor, ver Lundvall (1988).

claramente en evidencia que existen muchas variables inciertas e idiosincráticas (Dosi y Orsenigo 1988: 15-6).

Los cambios tecnológicos e institucionales son factores de desequilibrio de un ambiente no estacionario y, al mismo tiempo, surgen de manera más o menos establecida. La idea de trayectoria tecnológica, como vimos, conlleva la noción de que haya regularidades en la evolución de una tecnología, propiciadas por la expresión de las oportunidades tecnológicas, por el proceso de aprendizaje y por el predominio de ciertos *paths* en relación con otros. Al mismo tiempo, permanecen fuertes elementos económicos de incertidumbre, vinculados a la formación de los procesos decisorios colectivos. Es justamente en razón de esas condiciones de incertidumbre, en las cuales concurren innumerables variables que cambian constantemente a medida que evoluciona el proceso innovador y competitivo, que son creadas las instituciones. En la metáfora biológica, los paradigmas tecnológicos proveen un cambio relativamente coherente, dado por las características genéticas de los organismos y por criterios de selección del ambiente.

Las instituciones competirían para la articulación de comportamientos regulares en las trayectorias tecnológicas en dos sentidos:

- a. Las instituciones que gobiernan o normalizan los comportamientos (que pueden ser internas o externas a las firmas, grupos y sectores).
- b. Instituciones que organizan las interacciones y la coordinación entre los agentes que, como máximo, tendrán un conocimiento aproximado de los caminos que se siguen y los resultados esperados.

Las instituciones son tanto organizaciones tradicionales no lucrativas, tales como los institutos de investigación, las universidades, las sociedades profesionales, etc., como también todas las formas de organización, convenciones y comportamientos mediados por el mercado. En ese sentido, puede considerarse que el mercado es, él mismo, una institución.

Las instituciones son, al mismo tiempo, un resultado y una determinante de diferentes visiones de mundo, de comportamientos, de

convenciones, de formas de articulación entre los agentes y de mecanismos de adaptación. Vienen a constituir, en una perspectiva dinámica, una cualidad inherente a la organización, coherencia y orden de los ambientes innovadores.<sup>26</sup>

El "orden en el cambio" es generado por una combinación variada de patrones de aprendizaje, mecanismos de selección y estructuras institucionales.

Diferentes combinaciones generan diferentes ámbitos y comportamientos, además de diferentes trayectorias evolutivas. La "coherencia dinámica de los sistemas económicos en condiciones de cambio técnico es resultado de particulares arquitecturas o formas de regulación que definen el funcionamiento y el objetivo de los mercados en relación con las propiedades específicas de los paradigmas tecnológicos, las formas prevalecientes del comportamiento y de formación de expectativas de los agentes, la estructura de interdependencias técnicas y económicas de los sistemas y, finalmente, la naturaleza y los intereses de la instituciones que desempeñan un papel activo en la economía." (Dosi y Orsenigo 1988: 32).

Una laguna evidente de este enfoque es la no explicación de la génesis y de los determinantes internos de las instituciones. Sin embargo, para el fin que pretendemos, corresponde destacar que:

- a. Las instituciones no son meras creaciones *ad hoc*, que existen para resolver problemas de falta de racionalidad económica o falta de informaciones para que los agentes tomen decisiones. Ellas son una parte indisoluble del proceso evolutivo y pueden asumir varias formas, cuyas características y comportamientos no pueden ser conocidos de antemano.

---

<sup>26</sup> Eso no significa decir que ellas tengan el papel de cambiar las condiciones sobre las cuales los agentes deberán tomar sus decisiones. No hay, en este enfoque, ninguna noción funcional de instituciones, como si fuesen dispositivos al alcance de todos para ser accionados en el momento más conveniente. Las instituciones evolucionan como parte del proceso innovador evolutivo.

- b. Como consecuencia de eso, es lícito decir que las instituciones aprenden y evolucionan en el tiempo y, así como las tecnologías, tienen historia, aprendizaje, incertidumbres y presentan un carácter tácito-específico. Las instituciones tendrían, en esta perspectiva, trayectorias institucionales más o menos vinculadas a las trayectorias y a los paradigmas tecnológicos.

En la próxima sección, a la luz de los aspectos históricos y teóricos hasta aquí destacados, trataremos de discutir, en términos de trayectorias y paradigmas tecnológicos, la evolución del patrón tecnológico de la agricultura moderna.

## PARADIGMAS Y TRAYECTORIAS TECNOLOGICAS EN LA AGRICULTURA: UNA PROPUESTA DE INTERPRETACION

Esta sección cuenta con dos bloques de cuestiones. En primer lugar, pretendemos retomar y ampliar algunas de las conclusiones que fueron introducidas cuando describimos el modelo agrícola moderno, en especial la cuestión de las heterogeneidades y complementariedades de las fuentes de innovación en la agricultura. En segundo lugar, se examinarán los aspectos relacionados con la evolución de las trayectorias del patrón tecnológico de la agricultura; se retomarán, con tal propósito, las críticas que ya fueron elaboradas al final de la sección anterior.

### Las fuentes de innovación en la agricultura

Iniciaremos la discusión tomando algunas categorías aparentemente obvias, pero que no siempre se tienen en consideración, sobre la heterogeneidad y las complementariedades de las fuentes de innovación. Pueden ser señaladas cinco categorías:

- a. Las fuentes privadas con organización empresarial industrial, cuyo principal negocio es la producción y venta de insumos para los mercados agrícolas. Se incluyen, para el subsector agrario, la industria de pesticidas, que en parte está vinculada a la industria farmacéutica y a la industria química; la industria de fertilizantes químicos, en especial las firmas productoras de nitrogenados, fosfatos y potásicos; la industria de máquinas y equipos agrícolas, que

puede ser separada en producción de tractores y producción de implementos y otros equipos agrícolas (como, por ejemplo, de riego, de instalaciones rurales); la industria de semillas, que se subdivide en híbridos (en especial de maíz y de sorgo), hortalizas y variedades de grandes cultivos; también las empresas de servicios, que comercializan asistencia técnica y sistemas de planeamiento y gestión de la producción.<sup>29</sup> Para el subsector animal se incluyen, además del mismo tipo de empresas de servicios, las industrias de productos veterinarios (de la cual una parte está vinculada a la farmacéutica); de raciones; de matrices genéticas y de equipos para instalaciones rurales.

- b. Las fuentes privadas relacionadas con las agroindustrias verticalizadas, o con las integraciones y semi-integraciones agroindustriales, que producen tecnología agrícola teniendo en cuenta el consumo cautivo directo o indirecto, como por ejemplo las firmas de floricultura que realizan mejoramiento genético vegetal propio, o las firmas de procesamiento de carnes, de aves y cerdos que desenvuelven métodos de organización de la producción agrícola, transpasándolos a los productores integrados, así como también la prescripción de normas técnicas que deslindan los criterios de producción.
- c. Las fuentes privadas, pero de organización colectiva, sin fines de lucro, tales como las cooperativas y las asociaciones de productores (o asociaciones de cooperativas), cuyo principal objetivo es el desarrollo y la transferencia de nuevas variedades de semillas y de prácticas agrícolas mejoradas, tales como métodos de plantío, dosaje de abonos y de pesticidas, método de control de plagas, de cría de animales, etc.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Podrían también incluirse ciertas ramas de la agroindustria alimentaria, que en algunos casos desarrollan tecnologías organizativas para la producción agrícola directamente relacionada.

<sup>30</sup> La transferencia puede darse por la venta, sólo que sin los mismos criterios de formación de precios que los considerados por el primer grupo, dado que no son organizaciones que dependen de las condiciones de comercialización de sus productos. Asimismo, es importante registrar que a pesar de no ser empresas privadas *stricto*

- d. Las fuentes institucionales públicas, donde se localizan universidades, instituciones de investigación y empresas públicas. Con éstas se relacionan actividades de IyD, de transferencia de tecnología, de desarrollo comercial de productos y de pruebas de productos de las industrias de insumos del primer grupo. Dos son las principales tareas de este grupo: la búsqueda de nuevas variedades de semillas y la indicación de prácticas agrícolas más eficientes, donde se incluyen formas de uso de los insumos producidos por el primer grupo (método de aplicación y dosaje de fertilizantes, pesticidas, medicamentos veterinarios, máquinas e implementos, etc.).
- e. La unidad agrícola de producción, en cuya práctica son establecidos nuevos conocimientos derivados de un proceso de aprendizaje que, muchas veces, pueden traducirse en innovaciones, aunque no sean incorporados en productos. Eventualmente, incluso el desarrollo de variedades mejoradas puede ser conducido y perfeccionado por los propios productores, por medio de métodos de selección de plantas y animales cultivados y criados en su propiedad. Ciertamente hay habilidades y conocimientos tácitos específicos que son desarrollados por el productor como resultado de la práctica agrícola, un legítimo aprender-haciendo. Cuanto mayor sea ese conocimiento, mayor será el grado de acumulatividad que él adquiera y mayor el grado de capacitación tecnológica, lo que le confiere posiciones en principio ventajosas para emprender innovaciones.

Una primera comprobación obvia es que hay nítidas diferencias entre las motivaciones de esos grupos, tanto entre ellos como, en algunos casos, al interior de ellos. En cuanto al primer grupo, se organiza técnica y económicamente para la comercialización de innovaciones en el mercado; los otros sólo eventualmente asumen esa postura.

Tanto el segundo como el tercer grupos son encuadrables en la categoría de instituciones, en las cuales la motivación fundamental es agrupar esfuerzos de IyD en actividades que exigen escala de investi-

---

*sensu*, forman parte del mercado de semillas (y de otros productos que desenvuelvan, como por ejemplo inoculantes para la fijación biológica del nitrógeno), aportando entonces sus características a los ámbitos competitivos en que actúan.

gación, tienen problemas evidentes de adaptación, presentan largos plazos de maduración (el trabajo de mejoramiento genético es lento, de cerca de 8 a 10 años) y cuentan con un elevado grado de incertidumbre, porque son estocásticas. Esta es una diferencia absolutamente importante para la comprensión de las determinantes del proceso innovador.

Esto coloca una divisoria de aguas entre el primer grupo y los restantes. Por más que se invoque la existencia de complementariedades entre las tecnologías agrícolas, argumentándose que la expresión de la eficiencia global del patrón tecnológico depende, *grosso modo*, del uso simultáneo de semillas mejoradas, riego, abonos, pesticidas y máquinas, no puede dejar de percibirse una determinación muy grande en dirección del proceso innovador resultante del comportamiento de las empresas líderes existentes en aquellos sectores industriales comúnmente considerados industrias esenciales de la agricultura. De ese modo, desde el punto de vista de los pesos relativos de cada grupo, aunque sea difícil conferir mayor o menor importancia a las fuentes de generación de innovaciones, hay una consideración práctica (incluso obvia) que se refiere a las dimensiones económicas que separan al primer grupo de los demás.

Proponemos avanzar un paso más en la identificación de las fuentes de innovación. A pesar de que el agrupamiento que se ha dado por formas organizativas sea válido como una primera aproximación, apenas ilumina parcialmente la heterogeneidad existente. En verdad, el primer aspecto que se pone de relieve se refiere a la existencia de cierta, y no completamente nítida, división de actividades de I+D y de producción en dos formas de organización para el mercado: aquella que produce una tecnología para ser comercializada en el mercado y aquella para la cual la tecnología desarrollada constituye un medio para la producción agrícola.

En el primer grupo es fácil notar la existencia de industrias bastante diferentes, tanto desde el punto de vista económico como tecnológico. Si bien en la clasificación de Pavitt (1984) la agricultura está situada como un sector dominado por el proveedor, con respecto a su dinámica innovadora más general, no se puede decir lo mismo sobre las industrias proveedoras de tecnología para la agricultura. Veamos:

- ▶ La dinámica de innovaciones en la industria de pesticidas se basa en procesos de búsqueda de nuevas moléculas y también de nuevas formulaciones; compiten, en términos generales, por la diferenciación de productos. Sus rutinas innovadoras se apoyan en los procesos de *screening* dirigidos, donde la búsqueda de moléculas ocurre dentro de ciertas familias de productos, pero cuyos resultados no son conocidos *a priori*.

Es un mecanismo estocástico de búsqueda de innovaciones, sólo que matizado por una serie de criterios dados por la existencia de caminos tecnológicos preferenciales. Las actividades de IyD son, por lo tanto, absolutamente centrales para la dinámica competitiva del sector. La medida de gastos en IyD en relación a la facturación es del orden del 6 al 8%; puede llegar, en algunos casos a porcentajes tan elevados como el 14%, igual que el promedio actual de la industria farmacéutica. Actualmente, el tiempo medio entre el descubrimiento y la comercialización de una nueva molécula es de nueve años, con gastos totales que alcanzan más de US\$100 millones, de los cuales cerca de 30% corresponden a gastos en la comercialización.<sup>31</sup>

Es una industria que, en función de los aumentos en los costos de IyD, del mayor rigor de las legislaciones ambientales (y de las propias presiones de la sociedad) y de los costos igualmente crecientes para pruebas y registros de los productos, ven reducidos sus beneficios en los últimos 10 años. El lucro promedio, que giraba en torno a 20 y 25% cayó de 10 a 15% en ese último período. Sufre así un proceso de reestructuración económica, con concentración y centralización de capitales, con compras entre grandes compañías, redefinición de las franjas del mercado y búsqueda de alternativas tecnológicas que

---

<sup>31</sup> En razón de los elevados costos de la búsqueda de nuevas moléculas y de la presión competitiva que las empresas líderes sufren con el progresivo agotamiento de sus principales patentes, las firmas operan también en el sentido de procurar soluciones tecnológicas que den sobrevida a los productos técnicos en comercialización, mediante, por ejemplo, nuevas combinaciones en la formulación final, nuevas aplicaciones y nuevas presentaciones de los productos.

signifiquen crecimiento económico.<sup>32</sup> Es, por lo tanto, una industria que en la clasificación de Pavitt podría ser encuadrada como "basada en la ciencia", cuyas características son exactamente la búsqueda de innovaciones en productos, la importancia de los mecanismos de adaptación, la creación de habilidades y de conocimientos tácitos y la importancia de acumulatividad para la explotación de oportunidades tecnológicas abiertas en las diversas familias de productos químicos que fueron desarrollados por la industria.<sup>33</sup>

- ▶ La industria de fertilizantes, que puede o no presentarse integrada en sus tres segmentos fundamentales (nitrogenados, fosfatados y potásicos), se caracteriza por grandes volúmenes de producción (del orden de decenas a centenas de miles de toneladas por planta); tiene muy cerca las fuentes de materia prima (para fosfatos y potásicos) y en la escala, y por lo tanto en los precios, su principal forma de competencia. No presenta diferenciación notable en los productos. Su innovatividad es mucho menor que la de la industria de pesticidas; se caracteriza por la introducción de innovaciones de proceso reductoras de costos como, por ejemplo, la reducción de consumo de energía y mejoría de la eficiencia industrial. Es una industria tecnológicamente madura que también pasó por un proceso de concentración y de centralización de capitales.

La tecnología es comercializada bajo la forma de *blue prints* (al contrario de la industria de pesticidas) y las condiciones de entrada están particularmente centradas en las barreras de capital y en la proximidad de las fuentes de materia prima. De ese modo, a pesar de que también es una industria de base química, tiene un perfil y un comportamiento completamente diferentes del de los pesticidas.

---

<sup>32</sup> Como, por ejemplo, las compras de Stauffer Chemical por la ICI de la división agroquímica de Shell por la Du Pont, de la Union Carbide por la Rhone Poulenc, además de la *joint venture* entre la Dow Chemical y la Eli Lilly, que resultó en la empresa Dow-Elanco.

<sup>33</sup> Para detalles sobre la evolución de las familias químicas ver Achillelidi *et al.* (1986).

En la clasificación de Pavitt sería una típica industria "intensiva en escala", cuyas características son, obviamente, las elevadas escalas de producción, la explotación intensiva de la división del trabajo y de los métodos organizativos, la introducción de instrumentos de operación y control y de innovaciones incrementales que normalmente se encuentran en los departamentos de ingeniería de producción.

Otra fuente importante de innovaciones son las firmas pequeñas y especializadas que brindan asistencia en el área de instrumentación.<sup>34</sup>

- ▶ La industria de semillas se apoya en la diversificación de productos por la búsqueda de nuevas variedades mediante procesos estocásticos: el mejoramiento por cruces y selecciones sucesivas de plantas. Es una industria que presenta menor porcentaje de gastos en I+D como proporción de la facturación: cerca de 5% a 6%.

El elemento esencial que está detrás de la constitución de las empresas privadas que realizan actividades de I+D en semillas es lograr un producto que presente nítidas ventajas sobre el grano recogido por el agricultor y que pueda servirle como semilla en la próxima cosecha. Se plantean de ese modo dos problemas: producir una semilla genéticamente superior y garantizar formas de adaptación sobre ella.

El camino reconocidamente más fácil es el de la producción de híbridos, pues presenta el fenómeno genético de la heterosis, que además de conferir mayor potencial productivo a la semilla provee un mecanismo natural de apropiabilidad.<sup>35</sup> El mayor segmento del

---

<sup>34</sup> En verdad, la clasificación presentada por Pavitt en 1990 considera los sectores intensivos en escala y los proveedores especializados en una categoría más general llamada "producción intensiva" (Dosi *et al* 1990: 93, 96-7).

<sup>35</sup> Como ya se comentó, la reproducción del grano de una planta obtenida por semillas híbridas lleva a una baja de productividad por la segregación genética que ocurre en las generaciones subsecuentes. Cuanto mayor sea el vigor presentado por el híbrido, mayor será la caída de productividad en su descendencia.

mercado de semillas híbridas es sin duda el del maíz, cuyas características técnicas de hibridación y tasas de multiplicación son bastante atractivas para el emprendimiento privado de desarrollo de nuevos productos. "La posibilidad de utilizar semillas híbridas depende, por lo tanto, de la baja en el rendimiento entre generaciones sucesivas, pero también de la tasa de multiplicación y de las relaciones entre precio del grano y precio de la semilla" (Joly y Ducos 1992: 118).

Para el maíz, si se considera una caída del rendimiento del orden del 20% entre la semilla y su primera generación, y una tasa de multiplicación (número de hectáreas que se pueden sembrar con granos recogidos en una hectárea) del orden de 200, la relación entre la semilla y el precio del grano deberá ser menor que 40; en caso contrario, más le convendrá al agricultor reproducir su propio grano.<sup>36</sup>

Para los segmentos de variedades (que no son híbridos) la participación de firmas privadas en la actividad de I+D es menor. Esto sucede, fundamentalmente, porque los mecanismos de adaptación son mucho más frágiles, pues incluso las legislaciones de propiedad intelectual o "acuerdos de caballeros" no son suficientes para conferir el mismo grado de adaptación de los híbridos. La posibilidad de rápida imitación se da en la medida en que la semilla es difundida por la producción agrícola. El costo de adquisición de la tecnología insertada en el genotipo de una semilla es prácticamente cero, lo que evidentemente no parece un estímulo a la innovación privada.

Es verdad que la investigación a nivel de las firmas está presente en varios países donde existe legislación que prevé la patentabilidad o derechos de propiedad sobre el material genético desarrollado (la semilla), pero invariablemente representan mercados menos diná-

---

<sup>36</sup> Esta relación no es tan simple como puede parecer. En verdad este cálculo considera que los demás costos para el cultivo serán los mismos, lo que no siempre es cierto, porque normalmente los híbridos requieren, para expresar su potencial productivo, una cantidad de insumo mayor que las variedades o lo no híbridos.

nicos desde el punto de vista económico (beneficios y rentabilidad) y del punto de vista de la capacidad innovadora.

Al utilizar la tipología de Pavitt, el mejor encuadramiento sería el de un sector "basado en la ciencia", ya que se trata de empresas que cuentan con procesos para la diversificación de productos, con base en procesos de búsqueda que, a su vez, son guiados por métodos científicos apoyados en la genética y en los procedimientos técnicos del cultivo vegetal (Joly y Ducos 1992: 127).

- ▶ La industria de equipos y máquinas agrícolas, según Fonseca (1990: 222) tiene determinada su trayectoria por tres elementos que se consolidaron con el correr del tiempo:
  - a. Explotación de economías de escala y de tamaño de los equipos.
  - b. Explotación de economías de aprendizaje *by doing o by using*.
  - c. Orientación por marcos de referencia a partir de proyectos básicos de diseño, los llamados *guide posts*.

Hay típicamente regularidad en los procesos de búsqueda de innovaciones basados en desdoblamientos nocionales de diseños de éxito. Absorbe innovaciones venidas de la industria automovilística y de la industria de autopiezas. Internamente, se desarrollan actividades de investigación en los departamentos de productos de donde salen las principales innovaciones incrementales que van a mejorar las condiciones del producto.

En este procedimiento, la interacción con el usuario es decisiva "para saber si los perfeccionamientos introducidos han conducido a avances, la industria, además de la pruebas de fábrica y de la manufactura de prototipos, precisa recibir informaciones sobre el desempeño del producto en el campo. Por eso es una necesidad el desarrollo de formas específicas de interacción entre usuarios y productores" (Fonseca 1990: 224). Es una industria que tiene, tanto en su capacidad de diversificación de productos como en la escala de producción, los principales elementos competitivos. Fonseca

atribuye a la incorporación de calidad, por medio de la práctica innovadora incremental, la principal forma de competencia de la industria.

La historia reciente de la industria muestra una tendencia al aumento de la potencia y a emplear un número cada vez mayor de implementos por tractor. Es una industria oligopolizada que sufrió concentraciones y fusiones durante los años 80, reforzando una estructura de mercado altamente concentrada y de patrones de comportamiento que se volvieron más rígidos en los últimos años, inclusive en los que se refiere al proceso innovador. En esta estandarización productiva pasan a ser importantes las innovaciones de proceso reductoras de costos, en especial las organizativas.

En la tipología de Pavitt este sector podría ser clasificado como productor intensivo, pero específicamente "proveedor especializado", pues predominan en el proceso innovador elementos asociados a la capacidad de diseño e ingeniería, a las estrechas relaciones con los usuarios, que efectivamente contribuyen a los mejoramientos incorporados a los equipos, y a las fuentes de innovación.

Estos breves comentarios sobre algunas características de las industrias que producen innovaciones para la agricultura, lejos de tener la pretensión de calificar a esas industrias, sirven para mostrar dos elementos importantes:

- a. Las fuentes innovadoras tienen condicionantes y estrategias propios, que están referidos a sus ambientes competitivos donde la "demanda" agrícola tiene su importancia relativa, más o menos relevante en cada caso.
- b. De la misma forma, las complementariedades tecnológicas son también una parte que es tenida en cuenta en las estrategias de las firmas que lideran los mercados a los cuales se acaba de aludir, pero de ninguna manera determinan un proceso coordinado de innovaciones. Esta tarea quizás esté relacionada con las instituciones que desarrollan trabajos de pruebas y compatibilizaciones entre las innovaciones desarrolladas por aquellas industrias dedicadas a la

investigación agronómica propiamente dicha, como es el caso de las instituciones públicas de investigación, de las asociaciones de productores y cooperativas y del propio productor.<sup>37</sup> De ese modo, tales actividades sólo pueden sugerir coordinaciones *ex post*.

Resulta ahora más fácil discutir la cuestión de la existencia de cierta división de actividades de IyD y de producción de innovaciones, en la cual aparece, principalmente, el mejoramiento genético de variedades vinculado a las instituciones públicas o a las asociaciones de productores y cooperativas. En verdad, no tendríamos mucho que agregar a las explicaciones de consenso en la literatura que asocian este fenómeno a los problemas de adaptación de los resultados de las actividades de investigación. La reproductibilidad del material genético representa un costo cero para la imitación. Es cierto que la capacitación científica, los plazos y los riesgos envueltos en el trabajo de mejoramiento son elevados, pero quizás no muy diferentes de los efectuados en la generación, por ejemplo, de una nueva molécula de pesticidas, y ciertamente no tan caros.<sup>38</sup>

Las semillas son consideradas como un "bien público", no porque lo sean en principio, sino porque las condiciones tecnológicas (referentes a reproductibilidad) y técnicas (referentes a los mecanismos formales e informales de derechos de la propiedad) existentes no permiten un grado satisfactorio de apropiación. Este es un problema cuya solución, a nuestro entender, sólo se daría en el campo tecnológico, pues por más que evolucionen los mecanismos institucionales de definición de normas, ellas nunca serán tan eficientes como una solución que interfiera directamente en la reproductibilidad del material genético.

En tal sentido, sólo quisiéramos registrar lo siguiente: los arreglos para la IyD colectiva en esta área son formas institucionales que evolucionaron junto con el patrón tecnológico moderno. Ellos son tan impor-

---

<sup>37</sup> Lo que, por otra parte, no significa que éste sea el principal papel de estas instituciones.

<sup>38</sup> Alrededor de nueve años entre la síntesis en laboratorio y la comercialización del producto, con gastos por encima de US\$ 100 millones.

tantes para el proceso innovador como lo son las empresas de insumos, y pueden llegar a asumir nuevas formas en la dependencia, entre otros aspectos, de la evolución tecnológica futura. La expectativa de un nuevo paradigma tecnológico para el mejoramiento, basado en métodos deterministas como la manipulación directa y orientada de genes, puede establecer criterios completamente nuevos para estas formas organizativas.

La cuestión que planteamos se refiere a la evolución institucional que una innovación radical o un nuevo paradigma tecnológico puede causar en las condiciones existentes. Si la biotecnología alcanza etapas de desarrollo como esperan los más optimistas, esto deberá abrir un campo enteramente nuevo de oportunidades tecnológicas, donde los criterios de adaptación también serán nuevos. Sería legítimo, por lo tanto, esperar una conformación inédita de las instituciones y de los mercados de semillas.

Señaladas estas observaciones sobre las diferencias existentes entre los agentes generadores de tecnología para la agricultura, es preciso retomar ahora la cuestión de la clasificación de la agricultura como "tomadora de innovaciones" o "dominada por el proveedor". En primer lugar, nada tenemos en contra de esa clasificación, desde que es considerada de una manera muy general; por otro lado, eso no significa que exista una entidad genérica llamada agricultura, que opera en condiciones más o menos homogéneas frente a las oportunidades tecnológicas, sin importar el mercado al que se haga referencia. Las oportunidades tecnológicas no son idénticas para cualquier producto o productor agrícola.

Es verdad que el grado de adaptación de innovaciones en la agricultura es muy bajo, pero también lo es en la mayoría de los sectores industriales clasificados como "dominados por el proveedor". También es verdad que forman estructuras de mercados oligopólicas en la agricultura como las que se forman en la industria, pero en rigor esto no significa que la estructura competitiva de la agricultura sea de competencia perfecta. Y por más competitiva que sea, la permanente incorporación de innovaciones va a generar asimetrías que conferirán "desequilibrios competitivos" a los mercados agrícolas.

Dos razonamientos encadenados pueden contribuir a encaminar la discusión: el primero se refiere al hecho de que dentro de las categorías más generales que definen la dinámica innovadora para diferentes sectores, hay diferencias de grado y de *timing* en la adopción de innovaciones entre las empresas y entre los mercados; no se reducen a problemas de información incompleta o comportamiento irracional, pero sí al hecho de que existen diferentes oportunidades tecnológicas y diferentes grados de adaptación y de acumulatividad entre las empresas y entre los mercados y dentro de las empresas.

O sea, el hecho de ser "tomador de innovaciones" no implica decir que, satisfechas las necesidades de información y de superación de la aversión al riesgo (e incluso de las condiciones de renta de los potenciales usuarios), todos serán tomadores de innovaciones en el mismo grado y durante un cierto período limitado y previsible. Por el contrario, interpretamos que aquella clasificación más general de "dominado por el proveedor" comporta la idea de que hay ciertas oportunidades tecnológicas, asociadas a paradigmas tecnológicos, que serán emprendidas en diferentes *timings*, en razón del propio objetivo de las oportunidades, de las expectativas de adaptación y de las expectativas en cuanto a los efectos virtuosos que pueden ser generados en el nivel competitivo.

En segundo término, si se admite la idea de que estas diferencias pueden ocurrir en cualquier situación,<sup>39</sup> dado que las perspectivas de asumir posiciones ventajosas, si bien débiles y por períodos muy cortos, llevaría a la generación permanente de asimetrías, entonces *parece lícito inferir que hay una situación competitiva dinámica (y, en el caso de la agricultura, heterogénea), en la cual las posiciones de las empresas son permanentemente alteradas y donde los diversos mercados son más o menos afectados por la introducción de innovaciones).*

De ese modo, se generan y evolucionan diversos ámbitos competitivos en la agricultura, como consecuencia de este proceso, de donde surge que la situación de equilibrio competitivo sólo existiría en el

---

<sup>39</sup> Claro que con intensidades distintas y relacionadas a las oportunidades tecnológicas, que a su vez se relacionan con el grado de madurez del paradigma.

momento en que cesara el proceso innovador; sería, por lo tanto, una situación hipotética, difícilmente estable.

### Los tipos de innovación en la agricultura

La segunda tarea que nos propusimos al inicio de esta sección es reflejar cómo el patrón moderno de producción en la agricultura podría ser visto en términos de sus trayectorias tecnológicas. Antes de continuar, una advertencia: las proposiciones que siguen son el resultado de una tentativa de aprehensión de los fenómenos a que venimos refiriéndonos hasta ahora. No es sólo una aprehensión subjetiva de nuestro tema de estudio, "el proceso de innovación en la agricultura", sino una reflexión coherente con las cuestiones que hemos enfatizado y, sobre todo, legítima como primera aproximación a nuevos conceptos.

Partiendo de lo general hacia lo particular, recordemos que el patrón moderno de la agricultura presenta las características generales de complementariedades y de búsqueda de productividad, dentro de un espectro bastante amplio de fuentes de innovación. Parecería correcto afirmar que la búsqueda de la *intensificación de la producción por área*, en el sentido dado por Boserup (1987), por medio de la coordinación de diferentes fuentes de tecnología, que aisladamente no tendrían condiciones para promover el agregado de las partes, ha sido el atractivo general, en coincidencia con el régimen tecnológico de la agricultura y las trayectorias naturales consolidadas en este siglo. Antes de referirnos a los retrocesos de aquella directriz general de intensificación, vale la pena hacer algunos comentarios sobre el sentido de la noción de coordinación.

Las instituciones de enseñanza, investigación y extensión, como hemos sugerido, representan este papel de articulación, esta coordinación tecnológica, donde ellas mismas introducen innovaciones que pueden o no estar en consonancia con las innovaciones llegadas de la

industria.<sup>40</sup> De la misma manera, los flujos cualitativos que se forman entre usuarios y productores de tecnología representan más un *locus* institucional que conduce a efectos organizados, promoviendo la interacción de diversos niveles tecnológicos necesarios para la producción agrícola.

La presencia del productor de tecnología en el campo, junto a organizaciones formales de I+D y de extensión, y junto al agricultor, genera, frente a la complejidad tecnológica de la agricultura, una estructura cognoscitiva que puede llevar a la convergencia de directrices tan dispares como las que existen entre una gran empresa de pesticidas y otra de máquinas agrícolas, o entre éstas y una empresa de semillas o, todavía, entre empresas de máquinas, de semillas y de fertilizantes. Son parámetros, líneas de orientación básicas, integracionales, que se desarrollaron y están hoy perfectamente incorporadas a las rutinas de búsqueda de estas empresas.

La coordinación promovida por las instituciones formales e informales no significa, por lo tanto, ni una compatibilización "por la fuerza" de las tecnologías generadas por las diversas fuentes, como si existiese la tarea de juntar partes que no tendrían ningún sentido en conjunto, ni mucho menos una definición *ex ante* sobre lo que los agentes industriales deben producir, como si éstos trabajasen exclusivamente para producir un todo homogéneo. Parece más lógico imaginar que exista un proceso interactivo, donde conceptos técnicos y científicos más generales terminen siendo incorporados a las tareas de investigación, lo que facilita la consolidación de diferentes tecnologías.

Retomando lo que comentábamos, el motivo fundamental de este comportamiento, por el lado del "interés" de la agricultura fue, sin duda, el de intensificar el cultivo por área y por año, o sea eliminar los períodos de campo no sembrado y aumentar la cantidad producida por área cultivada y por unidad de trabajo aplicada. Las relaciones entre la

---

<sup>40</sup> A pesar de que el sector público "prepara el terreno" para buena parte de los insumos industriales, también actúa en el sentido de disminuir el consumo de éstos, vía el desenvolvimiento de tecnologías tales como el control biológico, el cultivo mínimo, la racionalización de abonos, etc.

comprobación de una orientación general y los caminos tecnológicos que fueron históricamente seguidos no son, de forma alguna, inmediatas.

*Sugerimos entonces que el razonamiento podría estar radicado en la identificación histórica de "áreas problema" (la noción de botella de Rosenberg, 1969), vinculadas a la producción agrícola.*

Digamos que la ocurrencia de "problemas generales" podría ser pensada antes de que conociéramos el patrón tecnológico tales como hoy se presenta. Si nos colocamos en la posición de un observador a comienzos del siglo XIX, que estuviese preocupado por mejorar las condiciones técnicas de producción de la agricultura, no sería ningún anacronismo por nuestra parte imaginarnos que ese observador pudiese pensar, por ejemplo, qué bueno sería si los suelos fuesen más fértiles; si pudiesen ser eliminadas las plagas que destruyen las plantaciones; si existiesen herramientas más adecuadas para plantar, cultivar y hasta cosechar; si existiesen herramientas capaces de sistematizar terrenos de difícil acceso, muy inclinados o inundados; si las plantas pudiesen ser protegidas de las intemperies climáticas y abastecidas regularmente con agua, y si las plantas pudiesen producir más granos en vez de paja.

Ahora bien, eso es lo mismo que decir que había un cierto tipo de carencia nocional de técnicas y de conocimientos que, potencialmente, requerían métodos para su formulación y solución. Si hoy se mira hacia atrás resulta fácil reconocer que los métodos fueron desarrollados y que tomaron formas tecnológicas concretas, representadas, respectivamente, por los fertilizantes químicos; pesticidas químicos; sembradoras, trilladoras y cosechadoras; tractores; sistemas de riego por colección y distribución de agua, y semillas genéticamente mejoradas para obtención de mayor rendimiento por planta. De ese modo, puede establecerse la hipótesis de que se alcanzaron formas para encaminar soluciones a "problemas" técnicos nomenclales; en otras palabras, diferentes paradigmas tecnológicos, en los cuales se desarrollaron muchas trayectorias, de las cuales algunas se sobrepusieron a otras y adquirieron el estatus de trayectorias predominantes.

En esta línea, podríamos proponer la siguiente interpretación: la ocurrencia de "áreas problema" en el proceso de producción agrícola,

cuyas inspiraciones pueden ser de orden científico, técnico, económico y social, tienden a transformarse en "áreas de interés". Los aspectos más reveladores de estas inspiraciones fueron, respectivamente, la búsqueda de bases científicas a los fenómenos genéticos de plantas y animales; la búsqueda de métodos de control de las condiciones ambientales del suelo, clima y de la ocurrencia de plagas; el aumento de la rentabilidad por la búsqueda de mayor producción por área, con reducción de los costos relativos, y la preocupación por la oferta de alimentos, lo que más tarde se conoció como seguridad alimentaria.<sup>41</sup>

*En la formación del patrón tecnológico actual fueron establecidos paradigmas tecnológicos y desarrolladas trayectorias tecnológicas que pasaron, en algún momento, por la competencia con otras tecnologías posibles y con las prevalecientes en la época. No se puede perder de vista que antes de existir tractores, semillas híbridas, nitrógeno, fósforo y potasio en formas asimilables por las plantas, granulados y ensacados; insecticidas, funguicidas, herbicidas, nematocidas y acaricidas, ya existía producción agrícola con el concurso de otras tecnologías.*

Los métodos de control de plagas, por ejemplo, no siempre fueron métodos en los que se utilizaban pesticidas químicos. En algún momento concurren opciones de control biológico, productos extraídos de plantas y productos químicos inorgánicos. La extraordinaria diversificación de los productos químico-orgánicos fue una opción que se volvió preferencial cuando ya existía una industria química establecida y en franco proceso de explotación de inmensas oportunidades tecnológicas. Paralelamente, la eficacia técnica de tales productos era absolutamente indiscutible: pequeñas dosis diezaban poblaciones enteras de insectos. Los efectos contra las plagas eran visibles en el corto plazo, o sea, visibles inmediatamente.

---

<sup>41</sup> Véase esto como una simplificación con propósitos didácticos y no como una localización de los determinantes de las trayectorias y paradigmas tecnológicos. Sirve, sobre todo, para registrar que no encaramos de ninguna forma el proceso de desarrollo tecnológico como algo determinado sólo por fuerzas científicas y económicas. Sin embargo, como no pretendemos aquí explorar esos puntos, es necesario dejar registrado que no ignoramos la existencia de inspiraciones que pueden ser localizadas fuera de las esferas que hemos privilegiado.

Los descubrimientos posteriores de los efectos de generación de resistencia en los insectos y de los efectos acumulativos sobre los animales y sobre el ser humano, fueron suficientes para desviar los caminos hacia alternativas tecnológicas existentes en el propio paradigma de productos de la química orgánica, pero no fueron suficientes para alterar ese paradigma: los productos pasaron a tener en cuenta, gradualmente, los problemas de resistencia y de toxicidad en el ambiente. En el caso de los fertilizantes el proceso fue similar: se estableció una superioridad inequívoca en el hecho de agregar al suelo fosfato hidrolizado con ácido fosfórico (super fosfato triple) frente al hueso molido, o al sulfato de amonio frente al estiércol animal, al guano e incluso al salitre de Chile. Las respuestas era mucho mejores y mucho más rápidas.

Una pregunta habitual es: ¿podrían haberse desarrollado otros paradigmas que no fueran éstos? La respuesta es positiva; podría haber sido, mas no fue así, y cualquier especulación sobre cómo sería si así no hubiese sido es un esfuerzo inútil y anacrónico. Lo que vale la pena es un trabajo de reconstrucción de los condicionantes científicos, técnicos (en el sentido de la viabilidad de aplicación tecnológica del conocimiento científico), económicos y sociales que llevaron a aquellas opciones. ¿Qué obstáculos y estímulos hubo para determinar el predominio de estos paradigmas frente a otros posibles? Este enfoque es útil no sólo desde el punto de vista histórico, sino que resulta particularmente útil como método para estudiar momentos en los cuales se abren perspectivas para el cambio, en la medida en que ayuda a comprender el impactante potencial de una posible nueva tecnología frente a aquellas vigentes y predominantes.

No sólo entre paradigmas que surgían como opciones para la formulación y solución de "problemas" específicos, sino también al interior de cada paradigma, ciertamente ocurrieron efectos excluyentes entre las trayectorias posibles, lo que puede ser más o menos evidente en cada "área problema". Son los ejemplos de la opción por máquinas agrícolas de gran tamaño, de la opción de fosforados sobre los organoclorados, de los híbridos sobre las variedades, etc. De ese modo, se puede sugerir que hubo *trade offs* en ciertos momentos que resultaron preferidos en una trayectoria sobre otras posibles de explotar.

Como en este trabajo no se pretende emprender un detallado esfuerzo de arqueología de la tecnología, los ejemplos dados sirven como meras ilustraciones de aquello que queremos enfatizar. Lo importante a aprehender es que cuando se están viviendo momentos muy evidentes de cambio, los análisis deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- a. Indicadores de agotamiento de las oportunidades relacionadas con los paradigmas vigentes (tales como costos de IyD, de obtención de materias primas, reducción en el ritmo de generación de tecnologías, etc.).
- b. Posibilidades de que las innovaciones radicales confieran sobrevida a los paradigmas en vigor.
- c. Barreras a la entrada y a la salida.
- d. La importancia relativa de aquella área problema, en el ámbito de la producción, que pueda evolucionar hacia situaciones más o menos críticas (un ejemplo actual es la cuestión de la productividad por área, que ha llegado a niveles considerados bastante elevados).
- e. El surgimiento de nuevas áreas problema, como ocurre hoy, por ejemplo, con el problema ambiental.
- f. Cómo se reparten y cuál es la importancia de las expectativas de lucro en el corto, mediano y largo plazo.
- g. La importancia de las estrategias de los agentes económicos directa e indirectamente interesados en el patrón vigente.

Las ventajas de tal nivel de análisis sobre las clasificaciones genéricas de innovaciones químicas, físicas y biológicas son evidentes. Permiten distinguir con claridad que entre pesticidas y fertilizantes, o entre inoculantes para la fijación biológica de nitrógeno y matrices genéticas de aves y cerdos, el origen disciplinario común es apenas una información y no una explicación. Permite un enfoque histórico, evitando interpretaciones fatalistas del tipo que genera identidades entre los problemas y las tecnologías, que se volvió la forma más común de

solución. Finalmente, permite una perspectiva dinámica del proceso innovador, una noción evolutiva, donde los problemas y las inspiraciones no son parámetros sino variables que se modifican en el tiempo.

En la próxima sección haremos una breve exposición de las posibilidades de impacto de las nuevas tecnologías en la agricultura y, en la parte final, retomaremos las perspectivas de cambios en los paradigmas y trayectorias tecnológicas del patrón tecnológico moderno.

## **LAS NUEVAS TECNOLOGIAS Y SU RELEVANCIA PARA LA AGRICULTURA**

En esta sección se discutirán las formas de inserción de la biotecnología y de la informática en el proceso productivo agrícola. Se pretende analizar la forma de dirección y el grado con que esas nuevas tecnologías promoverán cambios en las trayectorias tecnológicas de la agricultura que auxiliarán en la preparación de nuevos paradigmas técnico-económicos.

### **Evolución reciente y tendencias de la biotecnología agrícola**

La biotecnología aplicada a la agricultura ha sido señalada como uno de los principales campos de inversiones, en los cuales, al menos teóricamente, existirían amplias oportunidades, dada la afinidad intrínseca que el patrón tecnológico agrícola moderno tiene con el manejo de entidades biológicas. Es el conocimiento creciente de la dinámica interactiva suelo-clima-planta-animal, en la cual están basados los principios orientadores de la base técnica del patrón innovador de la agricultura, lo que explica que la biotecnología tenga una fuerte vinculación con la agricultura. Desarrollar una nueva variedad, una nueva raza, un fertilizante y un pesticida alternativos, alterando los métodos tradicionales de generación de tecnología, son promesas que ofrece la moderna biotecnología.

Falta, sin embargo, conocer las formas, el ritmo y el grado en que esto se está transformando en realidad, tanto en relación con los países desarrollados como los menos desarrollados. De ese modo, sería importante preguntarse cómo las nuevas tecnologías serán absorbidas,

traducidas e interpretadas por los agentes públicos y privados hoy responsables de la generación y difusión de innovaciones en la agricultura, y cómo se dará el proceso de adopción de las nuevas tecnologías por parte de los productores agrícolas.

***Características técnicas y potencial de la biotecnología en la agricultura***

Según Persley (1990), las actuales aplicaciones de la biotecnología a la agricultura se refieren a:

- a. Microbiología agrícola, procurando la producción de microorganismos de uso agrícola.
- b. Cultivo de células y tejidos, incluida la micropropagación.
- c. Nuevos diagnósticos producidos por anticuerpos monoclonales y sondas de ácidos nucleicos para diagnóstico rápido de enfermedades y de la presencia de pesticidas en alimentos.
- d. Ingeniería genética de plantas para introducir nuevas características.
- e. Nuevas técnicas de mapeo genético para los programas de mejoramiento, basadas en el uso de la técnica RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorfisms*).

Para Persley (1990: 22) "los dos principales componentes de la biotecnología moderna para la producción agrícola son los nuevos diagnósticos basados en anticuerpos monoclonales y en sondas, y la ingeniería genética de plantas". La aplicación de los nuevos diagnósticos se dará tanto en el uso por parte de organismos de control fitosanitario (cuarentenas) y de salud pública (control de residuos de pesticidas), como en la gerencia de producción agrícola propiamente dicha (identificación de ciertas enfermedades) y, naturalmente, en la investigación para el control de enfermedades.

Desde el punto de vista tecnológico, su desarrollo es relativamente simple y se encuentra en una etapa bastante desarrollada; tiene potencial para su aplicación virtualmente en todos los cultivos; pueden ser

producidos en cualquier lugar, sin necesidad de producción próxima al local de uso; presentan facilidad de uso. Esos diagnósticos, tanto como la fijación de nitrógeno, control biológico y mejoramiento tradicional, tienen un importante potencial de contribución en el corto plazo, antes de que la ingeniería genética se consolide como método predominante.

En ingeniería genética las posibilidades continúan siendo enormes. Hasta hoy existe una serie de plantas cuyos códigos genéticos fueron alterados por la inserción dirigida y controlada de genes de otros individuos, en procura de la obtención de plantas resistentes a herbicidas, insectos y enfermedades (ya existen soya, colza y maíz en fase experimental), de cultivos con características mejoradas con miras al procesamiento industrial (como maíz con mayor contenido de lisina y tomate con mayor contenido de sólidos),<sup>42</sup> y de variedades de mejor comportamiento en las condiciones poscosecha (tales como la supresión de sustancias aceleradoras de la madurez de los frutos). Sobre este particular, el ejemplo del tomate con maduración controlada se constituye en uno de los principales hechos comerciales de la moderna biotecnología. La Calgene desarrolló el tomate llamado "Flavr Savr", que se mantiene fresco cerca de dos semanas después de la cosecha, lo que significa doble tiempo que el normal.<sup>43</sup>

A finales de 1991 se reportó la obtención de arroz transgénico fértil, inclusive de variedades de importancia agronómica, por el bombardeo de partículas de oro recubiertas con ADN (Christou *et al.* 1991). Más recientemente, en junio de 1992, fue obtenida la primera variedad transgénica fértil de trigo por la Monsanto, con uso de la técnica de

---

<sup>42</sup> El uso de una variedad de tomate con 1% o más de sólidos solubles significa un aumento del 20% en los sólidos solubles totales del fruto. O sea, puede producirse la misma cantidad de masa con 20% menos de tomate.

<sup>43</sup> Otra línea de investigación es conducida en el *Plant Gene Expression Center*, vinculado al Departamento de Agricultura de Estados Unidos y a la Universidad de California, donde se han desarrollado tomates modificados para bloquear la expresión del etileno, responsable por la maduración del fruto. Tales variedades pueden permanecer por más de cinco meses en la planta sin madurar y su maduración puede ser inducida por la aplicación de etileno sintético. También otras empresas, como Agritope y DNA Plant Technology, ambas estadounidenses, trabajan en líneas similares.

bombardeo con microproyectiles. Puede mencionarse que se trata de una variedad resistente a la fosfotricina, principio activo del herbicida Basta (Vasil *et al.* 1992).

Además de los diagnósticos y de la aplicación de la ingeniería genética de plantas, no puede dejar de comentarse un conjunto de técnicas tradicionales que son impactadas por la biotecnología de nivel intermedio de sofisticación. Se destacan así la fijación biológica de nitrógeno, el control biológico de plagas y, naturalmente, el mejoramiento tradicional. Hay en todas estas técnicas un efecto potencial positivo debido a la introducción de nuevos procedimientos de base biológica:

- a. La introducción de resistencia a enfermedades por el auxilio del cultivo de tejidos.
- b. El mejoramiento de los microorganismos responsables por la fijación de nitrógeno atmosférico.
- c. El aumento de la eficacia del control biológico de plagas, como por ejemplo la supresión del gen "egt" del baculovirus, que motiva un incremento del poder insecticida de este organismo.
- d. La ampliación del potencial de las diversas técnicas de cultivos de tejidos y de protoplastos<sup>44</sup> y el desarrollo de mapas genéticos como herramientas de uso genérico tanto para biotecnología de punta como para la optimización de métodos de mejoramiento ya consolidados. Todos estos son ejemplos de nuevas perspectivas para "viejas" técnicas, ampliando el potencial tecnológico de

---

<sup>44</sup> Recientemente, investigadores de la Universidad Rockefeller reportaron una recuperación de variedades cultivadas de arroz a partir de protoplastos. Del mismo modo, Prioli y Söndahl (1989), de la empresa DNA Plant Technology, y Shillito *et al.* (1989), de Ciba Geigy, reportaron la obtención de plantas fértiles de maíz recuperadas de cultivos de protoplastos, lo que representa una ruptura de la barrera técnica que hasta el momento venía limitando los avances de la biotecnología vegetal, en especial para cereales. Sin embargo, debe dejarse claro que esto no significa un avance de aplicaciones tecnológicas de corto plazo, sino que sólo se cuenta para el futuro con una posibilidad más de progreso en las técnicas de base biológica.

conocimientos elementales que desde hace mucho sirven como soporte a la generación de tecnología para la agricultura.

Las técnicas de cultivos de tejidos son consideradas básicas para el desarrollo de la biotecnología. Son necesarias como medios de propagación y también como herramientas auxiliares para la generación de variabilidad genética. Su carácter genérico, de amplia gama de aplicaciones en los más diversos productos y técnicas, las tornan esenciales para cualquier programa de biotecnología agrícola, además de permitirles alcanzar resultados prácticos de corto plazo, inclusive para la generación de nuevas variedades comerciales.

La biotecnología aplicada a la producción animal se localiza en cuatro áreas principales:

- a. Nutrición y desarrollo de auxiliares del crecimiento.
- b. Productos para la prevención y combate de zoonosis.
- c. Optimización de la reproducción acompañada de mejoramiento genético de los rebaños.
- d. Desarrollo de animales transgénicos.

En estas categorías, los rumbos prioritarios que buscan resultados en el corto plazo han sido el uso de hormonas de crecimiento, en especial la somatotropina bovina; el desarrollo de anticuerpos monoclonales para producción de sistemas de diagnósticos rápidos y precisos, y para producción de vacunas más eficientes y de menor riesgo para la salud del animal; desarrollo de métodos más eficaces de reproducción por medio de las técnicas de determinación del sexo y transferencia de embriones.

A pesar de ser aplicables a muchas especies de animales domésticos, tales métodos y productos son desarrollados preferentemente para especies bovinas. Sin embargo, en lo que se refiere a vacunas y productos terapéuticos, y a la tecnología vinculada a la nutrición y al

crecimiento, la agricultura se constituye en campo igualmente privilegiado de las inversiones en investigación.

El uso de la ingeniería genética directamente en animales se dirige a:

- a. La inserción de genes que faculten al animal a producir ciertos compuestos biológicos ausentes, o presentes en cantidades consideradas muy bajas, tales como hormonas y otras proteínas terapéuticas (factor coagulante, por ejemplo), tanto para el uso del propio animal como para su posterior extracción, purificación y aprovechamiento comercial. En esta línea ya se encuentran animales transgénicos que producen mayores cantidades de hormonas de crecimiento.
- b. La identificación de los mapas genéticos de las principales especies para dirigir mejor los programas de cruzamiento intra y entre especies.
- c. Alteración de genotipos por la inserción directa de genes que confieren resistencia a las enfermedades.

Reducir costos en la alimentación, por medio del uso de productos que mejoren la conversión alimentaria en los animales y sustituyan materias primas onerosas, y reducir costos en el mantenimiento de la salud de los rebaños, por el empleo de *kits* de diagnóstico y de nuevas y más eficaces vacunas, parece ser la vía privilegiada de la biotecnología en la vertiente animal del sector agropecuario.

En esta perspectiva, no estarían incluidas transformaciones profundas en los patrones tecnológicos allí desarrollados. La nutrición, la salud y el perfeccionamiento genético son "áreas problema" que gufan la tecnología de la cría animal desde tiempos inmemoriales.

Pero a pesar de que se hayan desarrollado soluciones técnicas satisfactorias para la mayoría de los aspectos productivos, económicamente todavía sufren severas restricciones debido a los costos de operación que supone el mantenimiento de rebaños en cautiverio.

De ese modo, el espacio de la biotecnología, al menos en una primera fase de gran incertidumbre sobre las posibilidades efectivas de ingeniería genética de animales, deberá ser definido por estrategias de perfeccionamiento de las tecnologías de nutrición y de crecimiento, salud y reproducción animal. Se trata de innovaciones de producto (vacunas, diagnósticos, hormonas, auxiliares alimentarios) y de proceso (técnicas de reproducción por transferencia de embriones, fertilizaciones *in vitro*) que no alteran radicalmente los paradigmas tecnológicos envueltos en estas áreas problema.

***Los rumbos de la biotecnología agrícola: límites técnicos de manipulación de caracteres genéticos cuantitativos***

Hasta el presente, casi la totalidad de los nuevos desarrollos de la biotecnología agrícola, incluida la ingeniería genética, procura características no directamente relacionadas con el aumento de la productividad física. Al contrario de lo que fue la tónica de la Revolución Verde, las variedades biotecnológicas buscan caracteres cualitativos referidos a las diversas formas de tolerancia y resistencia a situaciones adversas, y mejores características para el procesamiento agroalimentario.

De una muestra de 33 plantas genéticamente transformadas en Estados Unidos en 1990, la mayoría buscaba la obtención de resistencia a herbicidas (39%), seguida de resistencia a enfermedades (21%) y a plagas (19%).

En el resto (21%), prevalecía la búsqueda de marcadores para el mapeo genético. Ese escenario muestra que no hay, por el momento, prioridad para el desarrollo de variedades de alto rendimiento. Esto se debe, en parte, al hecho de que la identificación, transferencia y expresión de *genes cualitativos*, como son los envueltos en los procedimientos que se acaban de mencionar, presentan mayor viabilidad técnica.

Las posibilidades de la ingeniería genética en alterar efectivamente caracteres poligénicos es remota, lo que coloca la investigación de plantas de alto rendimiento por unidad de áreas como un protocolo de futuro incierto. Los pasos en dirección del desarrollo de técnicas

capaces de enfrentar esas restricciones están siendo dados por el mapeo genético, particularmente por el uso de las técnicas de RFLP.

Además, como señalan varios investigadores citados por Ratner (1990), la identificación de genes cuantitativos no representa por sí sola ninguna garantía de que los cruzamientos puedan ser hechos sólo con base en ese conocimiento, y esto porque los efectos conjugados de varios genes que son responsables de la expresión de una característica tienen respuestas variables en diferentes cruzamientos.

En palabras de Ratner (1990: 401), "por ejemplo, en la medida en que 30 genes pueden de alguna forma afectar la altura de la planta, solamente tres o cuatro genes pueden estar segregando en un cruzamiento particular. En otro cruzamiento, pueden ser otros tres o cuatro genes diferentes dentro de aquel mismo grupo de 30".

Es obvio que esto no explica el hecho de que la resistencia a herbicidas ocupe una posición privilegiada en las prioridades de inversiones, dado que es sólo una entre otras características cualitativas susceptibles de investigación.

El énfasis en esa dirección parece justificarse por las estrategias competitivas de las grandes empresas de semillas y pesticidas vinculadas con la biotecnología. Así, las empresas saben que desarrollar una variedad resistente a herbicidas consagrados en el mercado y que estén en fase declinante de sus "ciclos de vida" es una táctica bastante apropiada para recuperar, al mismo tiempo, la rentabilidad de estos mercados y promover la capacitación interna en ingeniería genética.

Además de eso, mientras que los costos de desarrollo de un nuevo herbicida giran en torno a los US\$ 100 millones, para una variedad resistente los valores son muchos más modestos, en el orden de los US\$ 3 a 4 millones. De ese modo, la moderna biotecnología aplicada a la agricultura tiene y tendrá en el futuro próximo, un importante papel como *auxiliar* de métodos tradicionales de mejoramiento genético de plantas y microorganismos de interés agrícola. Ella debe también ampliar el espectro de posibles complementariedades entre las tecnologías agrícolas, en la medida en que se aproxima a las técnicas del mejoramiento,

del control biológico de plagas, de la resistencia a enfermedades y del empleo de microorganismos útiles.

Los avances así obtenidos pueden generar *ganancias indirectas de productividad*, reduciendo pérdidas, aumentando la adaptación de las variedades al ambiente, que deberán resistir más a las plagas, enfermedades, suelos en mal estado, cambios climáticos, etc., y confiriendo características agroindustriales a las plantas que signifiquen utilidades de productividad al nivel de la industria procesadora (como son, por ejemplo, la presencia de mayor y mejor contenido de proteínas, aceites, sólidos solubles, entre otros). A pesar de que el obstáculo técnico de la manipulación de caracteres poligénicos sea un limitante decisivo, podríamos establecer la hipótesis de que existe, de hecho, un interesante crecimiento en el desarrollo de variedades con otras características, en especial las que confieren resistencia a las condiciones ambientales adversas.

El Cuadro 1 ayuda a ilustrar esta cuestión, en la medida en que muestra no sólo una gran incidencia de líneas de investigación en resistencias a diversas situaciones, sino que también señala cómo otros productos llaman cada vez más la atención de los investigadores; tales son los casos del desarrollo de diagnósticos y de semillas, cuyos principales atractivos residen en la presencia de características industriales pre-determinadas. Otro aspecto apunta al potencial concreto que representa el uso de técnicas de nivel intermedio de sofisticación, tales como las técnicas de cultivo de tejidos, la micropropagación, rescate de embriones, cultivo de anteras, cultivo de microesporas; o cultivo de células en suspensión, de protoplastos y fusión de protoplastos.

Cualquier referencia más cuidadosa registra hoy impactos de la biotecnología en términos de corto, mediano y largo plazos, según el nivel de sofisticación tecnológica de que se trate. Vasil (1990) afirma, al respecto: "el cultivo de células está en estado disponible y ha sido continuamente mejorado desde la década de los 30. Muchos de estos procedimientos son simples y pueden ser practicados sin inversiones sustanciales en equipos especiales e infraestructura (...) estas técnicas

representan aplicaciones inmediatas o de corto plazo (hasta cinco años) de las biotecnologías.

"Las tecnologías basadas en la combinación de cultivos de células y tejidos con la genética molecular pueden alcanzar resultados en el mediano plazo (5 a 10 años). Sin embargo, los mayores impactos de la moderna biotecnología en la producción de plantas deberán todavía esperar avances significativos en la comprensión del desarrollo y el crecimiento de las plantas, y eso no se espera para antes del comienzo del próximo milenio".

### **Evolución de la automatización, informática y telecomunicaciones aplicadas a la agricultura**

Existe consenso, en todos los análisis sobre las transformaciones estructurales que están en curso, sobre el papel central que desempeñan las áreas de automatización en la organización de la producción, de una manera global. Freeman y Pérez (1988) sintetizan ese nuevo paradigma como "un nuevo paradigma técnico-económico de información y de comunicación", capaz de integrar, bajo la perspectiva de la nueva estructura productiva, "el proyecto, la administración, la producción y el mercadeo en un sistema integrado".

Empresas automotrices, fabricantes de computadoras, grupos textiles, plantas gráficas modernas, ofrecen productos y servicios que cambian con bastante flexibilidad; utilizan equipo con control numérico, robots e instrumentación de control de procesos, reorganizan proyectos con auxilio de sistemas computacionales, optimizan procesos administrativos y manejan datos de la propia producción, todo ello con uso de equipos de almacenaje, procesamiento y transmisión de datos. Todos esos procesos son convertidos en bloques de informaciones digitalizadas y, como tales, optimizadas y aplicadas a la producción y colocadas en mercados, a los cuales permanentemente se adecúan y se transforman. Ese cambio radical –que se caracterizaría como hegemónico a partir de los años 80– cambia la visión del proceso productivo de ingenieros y administradores y pasa a ser el "sentido común" para conseguir mejor productividad y prácticas más lucrativas virtualmente para todas las industrias.

**Cuadro 1. Distribución de muestras de empresas de biotecnología vegetal por línea de investigación (niveles intermedio y de punta de sofisticación)**

Áreas de I+D según el tipo de producto	Número de empresas en los países			
	EE.UU.	C.E.	América Latina	Total
<b>Semillas</b>	<b>137</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>178</b>
- resistencia a enfermedades	40	15	2	57
- resistencia a herbicidas	26	8	0	34
- fijación de nitrógeno	20	6	1	27
- resistencia a plagas	18	4	0	22
- resistencia a stress	15	4	0	19
- contenido proteico	18	1	0	19
Diagnóstico	54	19	4	77
Mudas	75	56	4	136
Otros	10	12	25	47
<b>Total</b>	<b>276</b>	<b>125</b>	<b>37</b>	<b>438</b>

Fuente: Quintero (1991)

En este apartado se tratará de analizar en qué medida la agricultura es susceptible de transformación por ese paradigma. Al hacerlo, se tratará de percibir cómo los países latinoamericanos podrían organizarse para responder a ese nuevo desafío.

Con el propósito de facilitar la presentación de técnicas ya desarrolladas –o en desarrollo– que presentan perspectivas de transformarse en innovaciones agrícolas, se sugiere un análisis de acuerdo con los siguientes rasgos:

- a. Administración y contabilidad.
- b. Monitoreo y control de los procesos productivos.
- c. Optimización de la producción integrada de la propiedad.
- d. Informaciones externas y telecomunicaciones.

***a. Administración y contabilidad***

La primera aplicación, y posiblemente la más atractiva para el empresario agrícola, sea la del acompañamiento de costos y la posibilidad de explicitación y sistematización del proceso de trabajo en la finca. Los programas más simples permiten caracterizar, en cada período, el uso del suelo en la finca, el costo de insumos y de equipos, el costo de la mano de obra, viabilizando al final del "año fiscal" (o del ciclo productivo) una "asignación de costos" con cierto rigor. La comparación de esos costos con las ventas realizadas, sumado a los costos financieros de los empréstitos proporcionados por bancos y proveedores, permiten un análisis económico de los resultados conseguido por cultivo, por equipo utilizado y para el sistema productivo como un todo.

La "sistematización del proceso de producción" a que se obliga el empresario tiene algunas ventajas inmediatas:

- ▶ La forma de organizar las actividades en la propiedad agraria es explicitada necesariamente y los puntos en los cuales la reducción de costos es posible son claramente visibles.
- ▶ La parcelización de esas actividades en "módulos" viabilizará formas más eficientes de organización del trabajo y, de alguna manera, transformará un saber difuso y transmitido oralmente –y por la práctica cotidiana– en registros de acceso más fácil para el monitoreo y el seguimiento.
- ▶ La contabilidad más rigurosa también cumplirá el papel de suministrar datos básicos para cualquier modelo de optimización que posteriormente se aplique en la finca.

- ▶ Los trabajos de "contabilidad legal", antes desempeñados por oficinas de servicios, pueden ser hechos en cada finca.
- ▶ El papel de las "oficinas de servicios contables" será transformado en el sentido de que, inicialmente, ellas se informaticen y, en un segundo paso, pasen a dar asistencia no sólo a nivel jurídico, sino en el suministro de "software" y en el apoyo a la instalación de sistemas informáticos para la agricultura.

Desde el punto de vista técnico, los sistemas operacionales son los más simples posibles; utilizan computadoras del tipo PC o Apple y "softwares" bastante simples.<sup>45</sup> Y, aparentemente, se trata de una aplicación que se difundiría con bastante rapidez.

#### ***b. Sistemas de monitoreo y control del proceso productivo***

Los sistemas de monitoreo y control del proceso productivo utilizan teorías básicas de control óptimo, adaptativo y estocástico que anteceden a la llamada "era de la informática". Ellos se beneficiarán de ese nuevo paradigma en la medida en que pueden utilizarse la miniaturización y reducción de costos que les es característica, permitiendo una "electrónica avanzada" y sensores/transmisores de menor porte, más eficientes y más baratos. Se benefician también de la posibilidad del proyecto de "chips dedicados", orientados a la solución de problemas de control de la producción agraria. En síntesis, desde el punto de vista técnico, los sistemas productivos agrarios se benefician con equipos desarrollados para otros sectores productivos, que deben ser adaptados al trabajo agrícola.

Así, por ejemplo, son elementos característicos del monitoreo de esos procesos:

- ▶ **Sensores.** Dispositivos que responden a cambios de masa, posición, temperatura, humedad, concentración gaseosa, calor, presión, inten-

---

<sup>45</sup> Sólo como referencia, debe recordarse que un sistema análogo al PC-386, con impresora y modem para comunicación, cuesta menos de US\$1 500.

sidad de la luz, alteraciones en flujos gaseosos, líquidos y otros. Esos dispositivos son utilizados habitualmente en procesos productivos en general, y se aplican al equipamiento agrícola.

Recientemente, las "mini-estaciones" meteorológicas utilizan en forma integrada sensores de humedad, presión, temperatura, viento y ya se integran a las tareas cotidianas de las grandes fincas.

- ▶ *Monitores (Displays)*. Proporcionan informaciones sobre las alteraciones percibidas por los sensores y permiten correcciones humanas por medio de unidades de control.
- ▶ *Mecanismos de actuación*. Actúan sobre el sistema utilizado, de acuerdo con sistemas *mecánicos, hidráulicos y eléctricos*. Se vinculan a los sensores por medio de la intervención humana o directamente. Los ejemplos más actuales son, evidentemente, los robots.
- ▶ *Unidades de control*. Permiten el ajuste a las variables de estado medidas por los sensores, actuando sobre los "mecanismos de actuación". Las unidades de control son más precisas en la medida en que sea menor el tiempo de respuesta y, al mismo tiempo, cuando menos inestabilidad introduzcan en el sistema.
- ▶ *Sistemas "expertos"*. Utilizados cuando la ruta de "informaciones" que se siga no pueda ser establecida de modo definitivo, esto es, cuando el sistema estuviera en proceso de evolución permanente, o cuando las reglas de decisión exigieran una *fuzzy logic*. Estos sistemas son transformados en programas de computadora y orientan la definición de estados.

Desde el punto de vista de la práctica del trabajo agronómico, esos elementos precisan contar con algunas características: deben ser rústicos para soportar fuertes tensiones mecánicas y climáticas; no deben necesitar mantenimiento por largos períodos; no deben usar *displays* con señalización excesiva, que exija demasiado del operador (por ejemplo, una lámpara de alerta, o un numerador, o una escala de colores son mejores que las escalas numéricas detalladas).

Ese tipo de equipo fue desarrollado para las actividades espaciales y de defensa, de tal modo que las especificaciones son muy diferentes de las usadas en la agricultura. Dicho de otra manera, producir equipos electrónicos para la agricultura es como intentar producir equipamientos militares para su uso en condiciones de guerra, manejadas por soldados sin información técnica avanzada, a precios de equipamientos para aplicaciones civiles. En síntesis, la palabra de orden es "utilizar las técnicas apropiadas y no necesariamente las más sofisticadas que existan en el mercado".

**c. Sistemas de optimización de la producción y de gestión de la información de los complejos agrarios**

Los sistemas que racionalizan la producción de algunos subsectores agrarios exigen bases de datos e informaciones levantadas con bastante cuidado.<sup>46</sup> El núcleo de esos sistemas son los *softwares* de optimización, susceptibles de aplicación a la producción óptima de raciones y a los manejos integrados del ganado lechero, de cerdos y de aves de postura y de corte. En el caso de que la finca decida invertir en un sistema interno de transmisión de datos por radio-frecuencia, es posible integrar las medidas tomadas por los *sensores* mencionados en *b* a los sistemas de manejo integrado automatizado.

En 1987 se presentó una propuesta completa de automatización para ganado lechero, con catéteres implantados por cirugía en la mama de las vacas (midiendo permanentemente las condiciones de salud y de fertilidad del animal), collares de radio-frecuencia que accionan en caso de robos y que operan los sistemas de alimentación de concentrado, y ordeño de leche realizado algunas veces por día y no sólo dos, como en el método convencional.<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> Nunca estará de más recordar la máxima conocida por todos los técnicos que trabajan en investigación operativa: en los modelos en general, y en computadoras en particular, *garbage in, garbage out* (conocida también como el principio *Gigo*).

<sup>47</sup> Los investigadores que presentaron ese sistema reconocieron que el mismo sería éticamente difícil de ser aceptado, debido al sufrimiento impuesto al animal y proponen, como alternativa a esa operación, la utilización de "robots lecheros Wageringen".

Un paso adicional en los *softwares* de optimización es dado por los "sistemas expertos", aplicados aquí de forma todavía más sofisticada que en los sistemas de monitoreo y control del proceso productivo agrícola. Un sistema experto exige una representación, por medio de un *modelo formal* que simule el desarrollo del cultivo o del sistema productivo de que se trate y un *sistema decisorio* que analice los datos, evalúe su impacto en el modelo y sugiera decisiones de control.

Los sistemas expertos tiene dos exigencias metodológicas que los transforman en inversiones de largo plazo. En primer lugar, su desarrollo exige un equipo que integre cuatro elementos: un *ingeniero de sistemas computacionales*; un *experto agrónomo*, que conozca en profundidad el problema a ser tratado (finalmente, la regla de decisión dependerá de su definición de los problemas que el sistema tratará de captar); un *técnico agrario* que acompañe y conozca el sistema productivo y los datos específicos de desarrollo del cultivo en análisis; el *usuario final*, que puede no participar en la fase de concepción del núcleo del sistema, pero que es esencial en la fase de instalación y especificación del modelo. En segundo lugar, el modelo antes de ser lanzado debe acompañar por lo menos dos períodos productivos (en el caso agrícola, normalmente un bienio): uno para levantamiento de datos y calibración de parámetros, y otro para apoyar las decisiones agrotécnicas que deberfan tomarse, y verificar su ejecutabilidad y corrección. Los mismos autores indican una extensa lista de programas expertos ya disponibles, de la cual tomamos algunos ejemplos:

- ▶ *IDTLA* (Italia), para interpretación de análisis foliares y guía de abonos de cultivos arbóreos.
- ▶ *ES* (Rusia), para fertilización de cultivos herbáceos.
- ▶ *FES* (España), para orientar el abono.
- ▶ *HERBMAST* (Reino Unido), para selección de herbicidas.

---

aunque estos exigan elevadas inversiones de capital.

- ▶ *IWS* (Dinamarca), para identificación de infestaciones en los cultivos.
- ▶ *ZEА* (Francia), para técnicas agrícolas del maíz.
- ▶ *WEEDCONTROL* (Finlandia), para control de infestaciones de cereales.
- ▶ *EXTRA* (Estados Unidos), para gestión de cultivos con el propósito de preservar recursos en la agricultura.

Esos sistemas exigen microcomputadoras más sofisticadas, que son cada vez más accesibles por la reducción de costos/ampliación de velocidades existentes y tienen una aplicación inmediata: al ser utilizados "extensionistas rurales", se les proporciona una herramienta que permite que incorporen a su análisis sugerencias de "expertos", a las cuales difícilmente tendrían acceso de otra manera.

A partir de una determinada inversión agraria, los sistemas de automatización, ya sean de monitoreo y control, programas de aplicaciones de investigación operativa a la producción de la finca, sistemas expertos, pueden estar conectados por medio de redes locales de comunicación (LAN), en la forma sugerida por OTA (1986). En ese sentido, se contaría con:

- i. Estaciones de acompañamiento meteorológico de pequeño tamaño, tractores, locales de cría de animales, sistemas de riego, sistemas de almacenaje, todos controlados por "computadoras dedicadas" y vinculadas (por radio-frecuencia o por línea) a un sistema computacional de gran porte.
- ii. Sistemas computacionales de gran porte, con C.P.U., paquetes de programas, controladores de terminales dedicados, bases de datos, impresoras centrales, monitores de acompañamiento.
- iii. Conexión a redes externas, por satélite o radio-frecuencia, o red de telefonía rural.

#### **d. Sistemas de telecomunicación externa**

En términos técnicos, el propietario puede estar ligado a redes externas de informaciones por diversos medios: por líneas telefónicas convencionales (hoy, además del teléfono, el fax es obligatorio), por radio, por satélite, vía antenas de captación específicas.

Cualquiera que sea el medio utilizado, por medio de un "software de conexión", la computadora (de las más simples a las más complejas) puede vincularse a varios sistemas: bases de datos sobre precios y características de insumos para la producción agrícola, paquetes de *software* disponibles para la aplicación a la producción agrícola, datos sobre condiciones meteorológicas, informaciones sobre la evolución de los mercados locales e internacionales, conexiones con otras fincas y con los sistemas de extensión e investigación (permitiendo referencias permanentes para su situación de costos, producción y productividad frente a los demás productores) y, más recientemente, participación y negociación en subastas *on-line* y negociación de la propia producción. Una vez señaladas, aunque de manera preliminar, las características técnicas de utilización del paradigma de informatización en la agricultura, surgiría la pregunta: ¿en qué medida tienen capacidad de difusión efectiva hoy? ¿Con qué velocidad? Los estudios que intentan responder a estas preguntas son relativamente recientes, tanto en Europa como en Estados Unidos, y en América Latina son todavía más raros.

A título ilustrativo, el Cuadro 2 presenta la situación de Estados Unidos a mediados de los años 80 en relación con las motivaciones para el empleo de equipos de informática, según una investigación hecha con 2.000 finqueros que mantenían estrecho contacto con el servicio de extensión rural. Puede observarse, en ese Cuadro, el índice relativamente bajo de utilización de la informática en lo que se refiere a las actividades directamente productivas, incluso en la modernizada agricultura estadounidense. Esto no niega el potencial transformador de esa tecnología, pero indica que es esencial una reevaluación de la estrategia de relaciones usuario-productor en el área agrícola, para que se repitan los casos exitosos de difusión de la informatización en el área de servicios, en la industria de procesos y en el área de manufactura y de proyectos industriales.

Cuadro 2. Utilización de microcomputadoras en Estados Unidos por orden de prioridad

Motivos de quienes adoptan (57%)	Orden	Motivos de quienes no adoptan (43%)	Orden
Registros contables	1	Aguardan más información	1
Auxilio a decisiones financieras	2	Alto precio del equipo	2
Procesamiento de texto	3	Expectativa de reducción de precios	3
Auxilio a la producción	4	Los programas no atienden las necesidades	4
Análisis de mercado y actualización	5	Aguardan la evaluación de otros finqueros	5
Registros familiares	6	Habría otros problemas más urgentes en la finca	6
Compras y entregas	7	No lo consideran importante	7
Enseñanza de niños	8		
Diversificación	9		
Monitoreo automatizado de la finca	10		

Fuente: Novak y Stegelin 1988: 81-89.

De todos modos, la capacidad de tratar mayores volúmenes de información a velocidades cada vez más rápidas, y a costos cada vez menores, apunta a una ampliación de la capacidad de desarrollar modelos con número creciente de variables, de simular la evolución de esos modelos y definir controles de modo cada vez más precisos, construyendo herramientas de trabajo aplicables a la enorme complejidad del proceso de producción agrícola.

## LA CONFORMACION DE UN NUEVO PARADIGMA TECNOLÓGICO PARA LA AGRICULTURA Y LAS PERSPECTIVAS DE IMPACTO EN LOS PAISES MENOS DESARROLLADOS

Hoy vivimos un momento en el cual los paradigmas tecnológicos de la agricultura, o por lo menos parte de ellos, son cuestionados. Existe una confluencia de "nuevos problemas", unos consecuencia de los paradigmas vigentes, otros no, y que indican la existencia de un período de transición. Su dirección todavía no es muy clara, pero su sentido es que muchos de los elementos contenidos en la esencia del actual patrón tecnológico ya no encuentran respaldo en las inspiraciones que los originaron.

Motivos de diversa naturaleza sustentan esa afirmación:

- a. La conciencia creciente sobre la contribución efectiva del patrón agrícola moderno a la degradación ambiental, que ya trasciende el debate entre ecologistas y comienza a asumir mecanismos institucionales concretos, como en Estados Unidos las promulgaciones de la *Sustainable Agricultural Adjustment Act* de 1989 y la *Integrated Farm Management Program Option in the Food, Agriculture, Conservation and Trade Act*, de 1990, que en líneas generales representan dispositivos que estimulan la reducción del uso de pesticidas y fertilizantes y combaten la erosión de los suelos, mediante los llamados sistemas LISA (*Low Input Sustainable Agriculture*).<sup>48</sup>
- b. La comprobación de que la cuestión de la productividad ya está resuelta desde el punto de vista tecnológico, dado que resulta técnicamente posible alcanzar niveles de productividad bastante elevados para los principales cultivos de interés económico.

---

<sup>48</sup> Algunos autores plantean la idea de cambio en el paradigma en la agricultura basados en la cuestión ambiental, o sea, en la preeminencia de establecer nuevos conceptos y nuevas técnicas de producción basados en criterios de mayor integración al ambiente. Sobre este punto y sobre una discusión del sistema LISA, ver Beus y Dunlap (1990).

- c. La concreción de niveles satisfactorios de autosuficiencia alimentaria en dos de los tres principales polos económicos y de desarrollo tecnológico del planeta: EE.UU. y CE.<sup>49</sup>
- d. A este hecho se asocia otro, que define una situación de costos que crecen con tasas mayores de las que podrían alcanzar los precios de los productos agrícolas, lo que se traduce en políticas nacionales (o de bloques económicos) para la sustentación de la renta del agricultor, políticas éstas que parecen haber llegado a sus límites.
- e. Los movimientos de reestructuración en los sectores industriales vinculados a I+D y a la producción de insumos, máquinas y tecnología organizacional para la agricultura, condicionados por factores de diversos órdenes, en especial aquellos relacionados con el agotamiento de las trayectorias tecnológicas (lo que se expresa en las reducciones de las oportunidades tecnológicas, de los grados de adaptación y de la importancia de los niveles de acumulatividad alcanzados), la caída de la rentabilidad de sus principales actividades (lo que puede estar más o menos relacionado con el agotamiento tecnológico) y las alteraciones en los patrones de consumo de productos alimentarios, en el caso específico de las agroindustrias procesadoras de alimentos.
- f. En forma complementaria, pero no necesariamente como consecuencia del ítem anterior, el desarrollo de nuevas tecnologías, en particular de la biotecnología y de la informática, representa un gran potencial para el establecimiento de nuevas oportunidades tecnológicas, asociadas o no a las áreas-problema del patrón vigente.

Al encarar el papel de las nuevas tecnologías en este proceso de cambio, Bonny y Daucé (1987; 1989) transmiten exactamente la idea de que estaríamos viviendo un momento de transición, donde las nuevas tecnologías inician un *momentum* de confrontación con las trayectorias

---

<sup>49</sup> Las tasas de autosuficiencia alimentaria en Europa, entre 1966 y 1988, tuvieron crecimientos sustanciales: el trigo pasó de 94% a 119%, el maíz de 45% a 91%, el azúcar de 82% a 127% y la carne de 93% a 102%. La leche en polvo, que ya contaba con 169% en 1968, alcanzó, en 1982, 395%.

vigentes. Para ellos, este enfoque "es una tentativa de construcción, por comparación/oposición al modelo tradicional, de un modelo técnico agrícola que puede volverse posible por los cambios en curso o los previsibles.

Si bien es virtual, permite una aprehensión bastante general de las consecuencias que pueden tener el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y de la biotecnología" (Bonny y Daucé 1989: 21). Esos autores señalan algunos puntos de inflexión en el patrón vigente que ya estarían provocando cambios en las trayectorias. Así, uno de los sentidos de esta transición pasa por una inflexión en la lógica productivista, que presenta dificultades crecientes de sustentarse, al menos en los mismos moldes en que lo viene haciendo en los últimos 30 a 40 años.<sup>60</sup>

El segundo punto sería una urgente mayor atención al ambiente, que en buena medida se relaciona con el punto anterior, dado que la lógica productivista, en la forma como se estructuró, se volvió necesariamente deletérea al ambiente. El tercer punto de inflexión se refiere a la importancia creciente de la calidad del producto agrícola, en especial del producto alimentario, lo que se debe al proceso de reestructuración de la industria alimentaria en el mundo, a las estrategias de las grandes cadenas de comercialización y a los cambios en las exigencias de los consumidores, que cada vez más valorizan las características organolépticas, nutricionales y estéticas de los alimentos.

Bonny y Daucé (1989: 23) señalan algunos de los cambios que podrían sufrir estas inflexiones: racionalización del uso de agua, fertilizantes y pesticidas, según necesidades más detalladas de las plantas, lo que puede ser logrado con dispositivos electrónicos sensibles a determinadas variables; *softwares* que orienten esta racionalización; ampliación del desarrollo de variedades resistentes a plagas y enfermedades; producción y difusión del uso de *kits* de diagnóstico de enfermedades vegetales y animales; alimentación científica y automatizada

---

<sup>60</sup> Sin embargo, Bonny y Daucé (1989: 25) señalan que esto no significa el abandono de la investigación para el aumento de la productividad, pero sí que ésta debe dejar de ser el principal objetivo de los programas de investigación agrónoma.

de animales (cuando fuera el caso, como en pequeños animales o en cría intensiva), etc. Una representación estilizada de las características concretas del posible nuevo patrón puede verse en el Cuadro 3.

Esta perspectiva de una transición (que de hecho representa una nueva situación) se opone a las proyecciones que hoy sustentan transformaciones radicales en la estructura productiva de la agricultura, como por ejemplo las propuestas visionarias de Goodman *et al.* (1990), que comienzan a ver en la biotecnología la ruptura de la propia necesidad de la agricultura tal como la conocemos hoy, pues ésta, en un futuro incierto, pasaría a tener funciones de producción de materias primas genéricas (biomasa) para ser transformadas en alimentos por industrias procesadoras.<sup>51</sup>

Si se parte del principio de que un patrón tecnológico complejo y heterogéneo, como es el patrón moderno, no se transforma de la noche a la mañana, y sabiendo también que en esta heterogeneidad existen situaciones de mayor o menor preeminencia para los cambios, las nuevas tecnologías aparecen más como elementos viabilizadores de la superación de los cuellos de botellas más evidentes, promoviendo alteraciones sucesivas en el patrón vigente. Las posibilidades de una ruptura abrupta, si bien no dejan de estar presentes (como, por otra parte, sucede en cualquier situación) existen apenas en un nivel muy abstracto de prospección.

Resultaría pertinente ahora señalar algunos hechos diferenciadores de las realidades generales de los países desarrollados con respecto a los países menos desarrollados. Cuando nos referimos al patrón moderno de producción, hablamos de algo que se generalizó en la mayor parte del planeta. Es un *patrón mundial*, y no el patrón adoptado por todos, homogénea e indistintamente.

---

<sup>51</sup> No pretendemos detenernos en la crítica a las ideas de estos autores; pensamos que los enfoques que venimos desarrollando y que serán todavía más detallados más adelante, constituyen, desde cualquier ángulo que se vean, un cuerpo conceptual diametralmente opuesto a los autores en referencia.

Cuadro 3. Características generales y técnicas del patrón tecnológico en transición

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Bases científicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de procesos de base biológica y de información</li> </ul>
Bases tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevas tecnologías de información y biotecnología aplicadas a la mayor parte de las áreas.</li> </ul>
Objetivos de la producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad y cantidad, con producción más diversificada, regulación de la oferta, crecientes respecto al ambiente.</li> </ul>
Sustitución del trabajo por capital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La máquina sustituye en parte al ser humano en el tratamiento de la información.</li> </ul>
Modo de utilización de insumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de acciones más específicas, menos alatorias y de adaptación más fina y referida a las necesidades.</li> </ul>
TECNICAS	
Dominante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biología molecular e informativa.</li> </ul>
Fertilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todavía los químicos, más:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o adaptación fina a las necesidades de cada parcela.</li> <li>o técnicas biológicas (uso de bacterias y hongos).</li> <li>o tentativa de creación de plantas fijadoras de nitrógeno por transferencia de genes</li> </ul> </li> </ul>
Control de plagas y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control biológico e integrado.</li> <li>• Creación de variedades resistentes.</li> <li>• Nuevos métodos de diagnóstico.</li> </ul>
Control de heladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biológicos (bacterias anticristales de hielo)</li> </ul>
Nutrición animal (complementación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de probióticos.</li> <li>• Creación de vegetales con menor carencia de aminoácidos.</li> <li>• Auxiliares del crecimiento (somatotropina y beta-agonistas).</li> </ul>
Reproducción animal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de período fértil y ovulación.</li> <li>• Transferencia y determinación del sexo de embriones.</li> <li>• Clonaje.</li> </ul>
Profilaxis y diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vacunas sintéticas y recombinantes (estas más eficaces y menos arriesgadas).</li> <li>• Animales resistentes a enfermedades.</li> <li>• Kits de diagnósticos apropiados.</li> </ul>
Consumo de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilizado merced a:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o mecanismos de regulación</li> <li>o uso creciente de mecanismos biológicos en vez de químicos</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Benny y Daud 1989, modificado por simplificación y por que de conceptos de clasificación de las innovaciones.

Es un patrón generalizado porque sus principios técnicos, científicos y productivos son ampliamente conocidos y difundidos, a pesar de que no siempre son accesibles en las formas tecnológicas y productivas concretas. Claro está que existen grados de desarrollo y de adopción de las tecnologías, a los cuales corresponden situaciones más o menos críticas con relación a los problemas ambientales, al logro de niveles de productividad, a la importancia en los costos de producción, a la generación de excedentes y a cualesquiera de los aspectos que ya hemos visto sobre los límites de supervivencia del patrón.

Así, los problemas no son los mismos para los países desarrollados y para los menos desarrollados. A pesar de los problemas de carencia alimentaria en gran parte del planeta, en especial en los países del Tercer Mundo, el hecho es que existe disponibilidad de alimentos en los dos principales bloques económicos del mundo, el estadounidense y el europeo, cuyos niveles de producción y productividad son problemáticos para la comercialización, pero no para la disponibilidad física. La difícil situación de la estrategia de sustentación de precios de la Política Agrícola Común (PAC), que pasa ahora por una profunda reformulación, es un indicador de importancia para pensar en nuevos caminos de investigación agrícola. Esta reformulación, que prevé la contención gradual del 30% de la producción de cereales en los próximos tres años, la reducción de la producción lechera, la reducción gradual de los precios de garantía de la carne y el estímulo monetario al mantenimiento de áreas fuera de producción, cuyo fin es alcanzar 15% de tierras ociosas,<sup>52</sup> conlleva que el patrón tecnológico de la agricultura no puede seguir siendo el mismo.

En el caso europeo esto se da fundamentalmente por los elevados costos de producción. O sea, los altos índices de productividad alcanzados se dieron a costos muy elevados, que interfieren directamente en la competitividad de los productos agrícolas europeos e indican un camino que debe privilegiar reducciones de costo, lo que pasa necesariamente por la revisión del patrón tecnológico basado en la alta productividad. En la misma dirección, si bien con especificidades, en Estados

---

<sup>52</sup> Una política similar ya existe en Estados Unidos hace bastante tiempo.

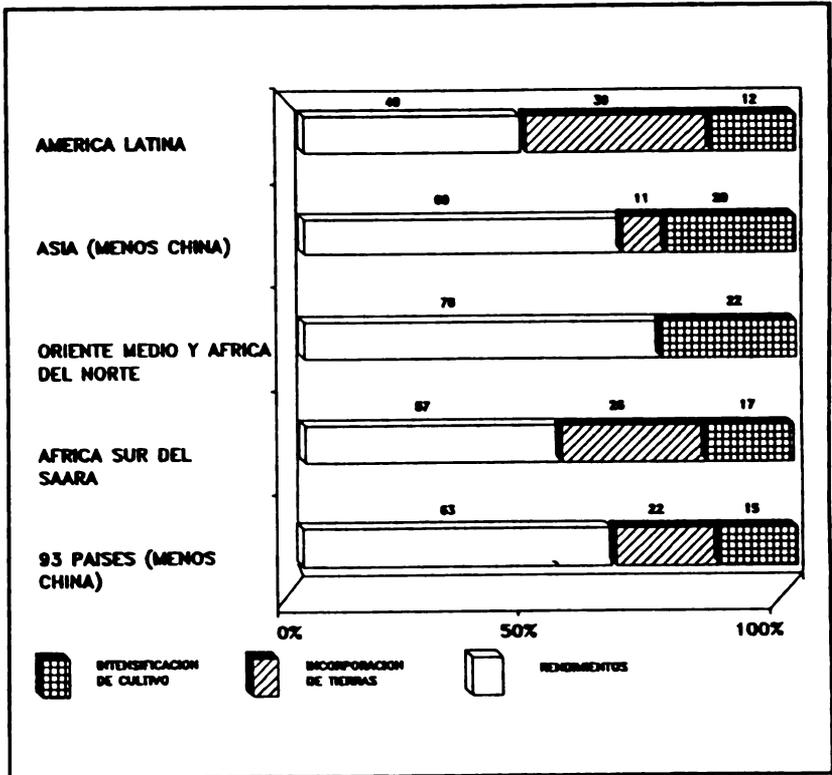
Unidos se enfrentan problemas de sobreoferta de productos agrícolas, consecuente estrechamiento de los márgenes entre precios de mercado y costos de producción. Allí, como en Europa, la política agrícola termina financiando parte importante de la renta de los productores, en especial de aquellos que producen para la exportación, beneficiados por el *Encouragement Export Program* (EEP).

Por otro lado, en los países menos desarrollados no hay generación de excedentes, al menos como una regla; los niveles medios de productividad son en general mucho más bajos que los registrados en los países desarrollados; los problemas ambientales son de naturaleza distinta, a pesar de que en general sean igualmente graves, y el potencial de expansión del patrón tecnológico vigente es teóricamente muy grande todavía. Hay una separación creciente entre los problemas que afectan a los países más y menos desarrollados. En cuanto a la expansión de la producción, por ejemplo, las expectativas sobre aumentos de productividad en los países menos desarrollados son mucho más grandes, pero también es de gran importancia el potencial de aumento de la producción por la simple incorporación de tierras, como puede verse en la Fig.1.

Según el estudio de la FAO, coordinado por Alexandratos (1989: 144), la contribución al crecimiento de la producción vegetal hasta el año 2000 en 93 países del Tercer Mundo deberá apoyarse, en primer lugar, en el incremento del rendimiento por área (tasas de 1.6% aa.), en segundo lugar en la expansión de tierras cultivables (0.6% aa., donde no se incluyen las áreas de bosques tropicales) y, por último, en la intensificación del cultivo.<sup>63</sup>

---

<sup>63</sup> El estudio trabaja con la perspectiva de aumento del 60% de la producción agrícola en los países menos desarrollados entre 1985 y el año 2000. En el caso de las tierras, se proyecta la incorporación de 83 millones de hectáreas de nuevas tierras y de 32 millones de hectáreas más por el aumento de la intensidad de cultivo en tierras ya agrícolas, pero no debidamente explotadas en consideración a su potencial. En este cálculo debe considerarse que la distribución de tierras a incorporar es heterogénea y los países de América Latina son los que presentan mayor potencial de explotación en esta vía. Otro elemento a destacar es que se trata de tierras de baja fertilidad, lo que supone la perspectiva de incorporación de cantidades apreciables de fertilizantes.



Fuente: Alexandratos (1989:144)

Fig. 1. Posibilidades de crecimiento de la producción agrícola

En el caso de la producción animal, la proyección realizada en el estudio en referencia muestra que 46% de producción de carne bovina en el año 2000 deberá provenir de incrementos en el rendimiento por animal (mejoramiento genético de las razas), 20% del aumento de los efectivos y 34% de mejoras técnicas de producción, como pasturas y mejores condiciones sanitarias y alimentarias de los rebaños. En esta perspectiva, tendrá un papel fundamental la incorporación de residuos agrícolas como fuente de alimento para las crías.

Los niveles de utilización de insumos industriales entre países desarrollados y países menos desarrollados son bastante desproporcionados. En lo que se refiere al conjunto de los primeros, los insumos representan cerca del 50% del valor de la producción; en los países menos desarrollados esta participación llega, en promedio, a 25%. Las proyecciones tendenciales para el incremento de esta participación hasta el año 2000 no muestran variaciones muy sensibles en esta participación. Aun con un crecimiento de 3 a 4 puntos porcentuales, como muestra el Cuadro 4, las tasas de crecimiento del consumo de la mayoría de los insumos debe ser menor que las observadas en los últimos 30 años.

En el caso del empleo de semillas mejoradas ocurren desfases similares. Para el maíz híbrido, por ejemplo, que representa la parcela más desarrollada de la industria de semillas, Sundquist (1989) muestra que mientras en los países desarrollados el uso de semillas híbridas alcanza casi 100%, no se verifica lo mismo en los países menos desarrollados. El Cuadro 5 presenta la participación de cada tipo de semilla de maíz según diferentes países y regiones.

En resumen, los datos plantean la siguiente cuestión: *¿Sería apropiado hablar de agotamiento de las trayectorias tecnológicas del patrón moderno en los países menos desarrollados?* Desde el punto de vista teórico, la respuesta es positiva, porque estamos considerando un patrón mundial y no la condición de los países menos desarrollados.

Cuadro 4. Participación de los insumos en la producción bruta (%)<sup>1</sup>

Grupos de países	1982/84	2000
93 países menos desarrollados	24	27
▶ Africa (al Sur del Sahara)	10	11
▶ Cercano Oriente / Africa del Norte	36	40
▶ Asia (menos China)	24	28
▶ América Latina	25	29
Países de renta baja (menos China) <sup>2</sup>	22	25
Países de renta intermedia <sup>3</sup>	25	29

- <sup>1</sup> Los cálculos fueron hechos con base en los siguientes insumos: forraje, semillas, fertilizantes, pesticidas, combustibles y otros costos de funcionamiento de máquinas agrícolas y de equipo de riego.
- <sup>2</sup> Países de renta per cápita inferior a US\$ 400 en 1985.
- <sup>3</sup> Todos los otros países en desarrollo.

Fuente: Alexandratos 1989: 159.

Cuadro 5. Uso de diferentes tipos de semillas de maíz en el mundo (1985-6)

	Semilla propia	Variedad mejorada	Semilla híbrida
Mundo	33	4	63
▶ Países desarrollados	2	0	98
▶ Africa	76	9	15
▶ Asia	53	7	40
▶ China	28	0	72
▶ América Latina	44	7	49
▶ América Latina (menos Argentina y Brasil)	64	10	26
▶ Cono Sur	26	4	70

Fuente: CYMMYT 1987, citado por Sundquist (1989).

Además, a pesar de que existen grandes diferencias, algunas de las áreas problema (con nuevas inspiraciones) a que nos hemos referido, encuentran eco en los países menos desarrollados; tal es, sin duda, el caso de la conciencia ambiental sobre los problemas de la práctica de la agricultura moderna. Por otro lado, desde el punto de vista práctico, esto no significa que las transformaciones tendrán la misma forma y la misma intensidad, porque en rigor este patrón todavía presenta potencialidades en el corto plazo muy grandes para los países menos desarrollados. Frente a esas posibilidades, podemos preguntarnos cuál sería el resultado de la interacción de esos ingredientes. Nos parece importante considerar que el desfase relativo debe colocar, sin duda, una dirección y un ritmo de cambios diferentes en el nivel de agregación que reúne a los países desarrollados con los menos desarrollados. Sin embargo, varios motivos llevan a creer que los cambios en el patrón tecnológico tendrán, una vez más, impacto global. Además de la conciencia ambiental, que podríamos incorporar desde luego como un área problema que deberá recibir atención global, hay otros dos factores que apoyan esta idea.

El primero se refiere al hecho de que las nuevas tecnologías aplicables a la agricultura son gestadas en los países desarrollados y entre los principales actores de este proceso de búsqueda de innovaciones se encuentran las empresas que hoy son líderes en IyD, producción y distribución de los insumos utilizados en la agricultura de la mayoría de los países menos desarrollados. El segundo se refiere a la necesidad de compatibilización, por parte de la producción agrícola, con las transformaciones en los patrones de consumo internos y externos, los cuales, como dijimos, caminan en la dirección de la valorización de aspectos nutricionales, organolépticos y estéticos, sea de productos agrícola *in natura*, sea de alimentos industrialmente procesados.

En resumen, queremos decir que el hecho de que la agricultura presente heterogeneidades intra y entre países, no significa que donde el patrón tecnológico vigente no haya alcanzado su plenitud deba existir una etapa preliminar, de agotamiento, para la posterior incorporación de nuevos paradigmas tecnológicos. Ciertamente, deberán formarse *lags* temporales, en el sentido de una mayor velocidad en los países desa-

rollados, pero no hay por qué imaginar que los cambios no sean globalmente difundidos.

Lo que sí aportan de importante las diferentes realidades para el estudio del proceso innovador es que las condiciones de competencia entre "nuevos" y "viejos" paradigmas, "nuevas" y "viejas" trayectorias no serán las mismas, dadas las diferentes condiciones de agotamiento que hoy existen para las diferentes realidades nacionales y regionales.

Los aspectos referidos a la conformación de nuevas trayectorias tecnológicas reflejan bien el estado poco definido de las situaciones de cambio que están en curso. Existe un intenso proceso de búsqueda de innovaciones, movido por los más diversos factores, como ya discutimos; mientras tanto, los procesos de selección por el mercado y de construcción de nuevas relaciones entre usuario y productor de tecnología, se encuentran aún en sus etapas iniciales. En este contexto, a nuestro entender, la biotecnología deberá en los próximos 10 años presentar una evolución gradual de un conjunto de opciones tecnológicas que contribuyan a la transición del patrón tecnológico moderno de la agricultura a un nuevo régimen tecnológico que hemos definido ya como de "agricultura sostenible", en oposición al régimen de la intensificación de la producción por área. Esta perspectiva se parece mucho a la propuesta por Bonny y Daucé (1987; 1989).

La biotecnología, junto con la informática aplicada a la agricultura, deben ser desarrolladas y empleadas, en un primer momento, para la racionalización del uso de fertilizantes, pesticidas, riego y energía; para la reducción del potencial de degradación ambiental de las prácticas agrícolas; para la recuperación de suelos y aguas de superficie y subterráneas, y para la ampliación de la diversificación de productos agrícolas con los cuales se procura atender a los nuevos mercados, tanto de consumo *in natura* como de productos agroindustrializados.

Por el lado de la biotecnología, dos variables principales contribuyen a regular el grado de transformación de las trayectorias tecnológicas vigentes, o sea, determinar si ellas serán más o menos radicales. La primera se refiere a la superación de limitaciones técnico-científicas, al punto de tornar rutinarias las técnicas de ingeniería genética, desde la

identificación de los genes y grupos de genes, hasta su clonaje y completa expresión; la segunda se refiere a la reestructuración del mercado de semillas, ya que tal sofisticación tecnológica en las variedades recombinantes exigiría una modificación en la capacitación científica y tecnológica de las empresas, la institución de mecanismos de adaptación de elevada eficiencia y nuevas relaciones de comercialización, porque tales semillas tendrían mayor contenido tecnológico, mayor precio y estarían dirigidas a mercados más segmentados que los actualmente existentes.

Por el lado de la aplicación de la informática, los elementos más importantes para un proceso de difusión, en especial para los países menos desarrollados, se refieren a la necesidad de capacitación del productor para el uso de equipos y sistemas operativos que se utilizan en operaciones de información, control de producción y comercialización. A diferencia de la biotecnología, donde la mayor parte de las nuevas técnicas pueden ser *embodied technologies*, en la informática la capacidad de operar los equipos se considera un elemento más, entre los tradicionales condicionantes de costos y beneficios vinculados con el proceso de amplia difusión de esas tecnologías.

Para los países menos desarrollados, en especial los latinoamericanos, y Brasil en particular, que tienen significativas calificaciones en la investigación agronómica y que mantienen una importante base económica en la producción agrícola y agroindustrial, nos parece fundamental dominar esta amplia realidad más general. Debe procurarse encontrar en ella los caminos más adecuados, con el propósito de que su inserción en ese futuro que se avecina de forma intensa pero imprecisa, se dé esencialmente como una participación activa, capaz de contribuir a la orientación de los cambios.

#### BIBLIOGRAFIA

ACHILLADELIS, B.; SCHWARZKOPF, A.; CINES, M. 1987. A Study of Innovation in the Pesticide Industry: Analysis of the Innovation Record of an Industrial Sector. *Research Policy*, 16: 175-212.

- ALEXANDRATOS, N.(ed.) 1989. *L'agriculture mondiale: horizon 2000*. Estudio de FAO. ECONOMICA, Paris. 399 pp.
- BERNAL, J.S. 1974. *Science in History*. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachussets. (primera edición: 1954).
- BONNY, S; DAUCE, P. 1989. *Les nouvelles technologies en agriculture. Une approche technique et économique*. Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales (13), 4° Trimestre.
- \_\_\_\_\_. 1987. *Recherches et innovations en agriculture: essai de bilan des changements techniques susceptibles de se diffuser au cours des prochaines années*. INRA-Grignon/Rennes, Notes et Documents N° 18.
- BOSERUP, E. 1987. *Evolução agrária e pressão demográfica*. HUCITEC/POLIS, São Paulo. 141 pp.
- BROWN, L.R. 1970. *Seeds of Change. The Green Revolution and Development in the 1970's*. Praeger Publishers, New York. 205 pp.
- CANUTO, O. 1992. *Mudança técnica e concorrência: um arcabouço evolucionista*. IE/UNICAMP. Texto para discusión.
- CHRISTOU, P.; FORD T.L.; KOFRON, M. 1991. *Production of Transgenic Rice Plants from Agronomically Important Indica and Japonica Varieties via Electric Discharge Particle Acceleration of Exogenous DNA into Immature Zygotic Embryos*. Bio/Technology, 9 de octubre.
- CLARK, N. 1987. *Similarities and Differences between Scientific and Technological Paradigms*. Futures, 19 (1), febrero.
- COCHRANE, W.W. 1979. *The Development of American Agriculture*. University of Minnesota Press.
- DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. 1990. *The Economics of Technical Change and International Trade*. Harvester Wheatsheaf, London.

- \_\_\_\_\_; ORSENIGO, L. 1988. Coordination and Transformation: An Overview of Structures, Behaviours and Change in Evolutionary Environments. In Dosi *et alii*, Technical Change and Economic Theory, London, Frances Pinter.
- \_\_\_\_\_. 1984a. Technical Change and Industrial Transformation: The Theory and a Application to the Semiconductor Industry, London, Macmillan.
- \_\_\_\_\_. 1984b. Technological Paradigms and Technological Trajectories. The Determinants and Directions of Technical Change and the Transformation of the Economy. In Freeman, C. Long waves in the world economy. Frances Pinter, London.
- FONSECA, M.G.D. 1990. Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para a agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas. Tesis de Doctorado, Instituto de Economia, UNICAMP.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. 1986. The Diffusion of Technical Innovations and Changes of Techno-economic Paradigm. Ponencia presentada en la Conferencia sobre Difusión de Innovaciones, Venecia, 17-21 de marzo.
- GOLD, B. 1981. Technological Diffusion in Industry: Research Needs and Shortcomings. The Journal of Industrial Economics, XXIX (3), marzo.
- GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. 1990. Da Lavoura às biotecnologias. Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- GREENAWAY, F.; ANDERSON, R.G.W.; MESSHAN, S.E.; NEWMARK, A.M.; ROBINSON, D.A. 1988. The Technical Industry. In Singer, C.; Holmyard, E.J.; Hall, A.R., Williams, T.I. A History of Technology - Capítulo 21. Clarendon Press, Oxford.
- GRIFFIN, K. 1982. La economía política del cambio agrario. Fondo de Cultura Económica, México. 321 pp.

- GUIMARAES, A.P. 1979. A crise agrária. Paz & Terra, Rio de Janeiro. 362 pp.
- HAYAMI, Y., RUTTAN, V.W. 1988. Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais. Brasília, Departamento de Publicaciones de EMBRAPA, 583 pp. (1 ed versión en inglés de 1971; versión revisada en 1985).
- KARMIEN, M.I.; SCHWARTZ, N.L. 1982. Market Structure and Innovation. Cambridge University Press, Cambridge. 241 pp.
- KAUTSKY, K. 1986. A questão agrária. Ed. Nova Cultural, Sao Paulo. 401 pp. (1 ed en alemán: 1899).
- KLOPPENBURG, JR., J.R. 1988. First the Seed. The Political Economy of Plant Biotechnology 1492-2000. Cambridge Univ. Press, New York, 349 p.
- LUNDEVALL, B-A. 1988. Innovation as an Interactive Process: From User-producer Interaction to the National System of Innovation. In Dosi *et alii*, Technical Change and Economic Theory, London, Frances Pinter.
- MALASSIS, L. 1973. Economie agro-alimentaire. Vol. I e III. Editions Cujas, Paris.
- METCALFE, J.S. 1984. Impulse and Diffusion in the Study of Technical Change. In Freeman, C. Long Waves in the World Economy. Frances Pinter, London.
- MOONEY, P.R. 1980. Seeds of the Earth. Inter Pares, Ottawa. 126 pp.
- MOWERY, D.; ROSENBERG, N. 1982. The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies. In Rosenberg, N. Inside the Black Box - Technology and Economics. Cambridge University Press.

- NELSON, R.; WINTER, S. 1982. *A Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- NOVAK, J.L.; STEGELIN, F.E. 1988. *U.S. Farmer's Attitudes Towards Microcomputer Uses*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 3: 81-9.
- OCDE. 1989. *Biotechnologie: effets économiques et autres répercussions*. Paris.
- \_\_\_\_\_. 1982. *L'Evolution des dépenses de science et technologie dans le zone OCDE au cours des années 1970*, Paris.
- OTA Office of Technology Assessment. 1986. *Technology, Public Policy and Changing Structure of American Agriculture*. Washington D.C., U.S. Government Printing Office.
- PALMER, I. 1972. *Science and Agricultural Production*. UNRISD, Geneva. 100 pp.
- PAVITT, K. 1984. *Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory*. *Research Policy*, 13 (6).
- PEREZ, C; SOETE, J. 1988. *Underdevelopment and Catching-up in the International Economy*. In Dos, G. *et al.* *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publishers, London.
- PERSLEY, G.J. 1990. *Beyond Mendel's Garden: Biotechnology in the Service of World Agriculture*. C.A.B. International, Oxon, UK. 155 pp.
- POSSAS, M.L. 1985. *Estruturas de mercado em oligopólio*. HUCITEC, São Paulo. 202 pp.
- PRIOLI, L.M.; SONDAHL, M.R. 1989. *Plant Regeneration and Recovery of Fertile Plants from Protoplasts of Maize*. *Bio/Technology*, 7, junio.

- QUINTERO, R. 1991. Estado del arte de la aplicación de la biotecnología a nivel internacional. Instituto de Estudos Avançados-USP.
- RASMUSSEN, W.D. 1982. The Mecanization of Agriculture. *Scientific American*, 247, (5): 76-89.
- RATNER, M. 1990. Identifying Quantitative Traits in Plants. *Bio/Technology*, 8, mayo.
- ROSENBERG, N. Inside the Black Box - Technology and Economics. 1982. Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_. 1969. The Direction of Technical Change: Inducement Mechanisms and Focusing Devices. *Economic Development and Cultural Change*, 18.
- RUTTAN, V.W. 1985. La teoría de la innovación inducida del cambio técnico en el agro de los países desarrollados. In Piñeiro, M.; Trigo, E. Cambio técnico en el agro latinoamericano. Editorial IICA, San José de Costa Rica. 490 pp.
- SAHAL, D. 1981a. Alternative Conceptions of Technology. *Research Policy*, 10 (1).
- \_\_\_\_\_. 1981b. The Farm Tractor and the Nature of Technological Innovation. *Research Policy*, 10.
- SALLES FILHO, S.L.; POFFO FERREIRA, O. 1990. O processo inovativo na agricultura: uma proposta de interpretação. Apresentado no Seminário Mudança Técnica e Reestruturação Agroindustrial. NPCT/UNICAMP, 24 a 26 de setiembre de 1990, Campinas, São Paulo, Brasil.
- \_\_\_\_\_. 1993. A dinâmica tecnológica da agricultura: perspectivas da biotecnologia. Tesis de Doctorado. Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas.

- SCHMOOKLER, J. 1979. Fuentes económicas de la actividad inventiva. In Rosenberg, N. *Economía del cambio tecnológico*. Fondo de Cultura Económica, México-DF (traducción de la edición original en inglés de 1962).
- SCHUMPETER, J.A. 1987. *Capitalism, Socialism and Democracy*. Counterpoint, London. 437 pp.
- SHILLITO, R.D.; CARSWELL, G.K.; JOHNSON, C.M.; DIMAIO, J.J.; HARMS, C.T. 1989. Regeneration of Fertile Plants from Protoplasts of Elite Inbred Maize. *Bio/Technology*, 7, junio.
- SOETE, L. 1985. International Diffusion of Technology, Industrial Development and Technological Leapfrogging. *World Development*, 13 (3).
- STONEMAN, P.L. 1986. Technological Diffusion: The Viewpoint of Economic Theory. Documento presentado en la Conferencia sobre Difusión de Innovaciones, Venecia, 17-21 de marzo.
- SUNDQUIST, W.B. 1989. Emerging Maize Biotechnologies and their Potential Impact. OCDE, Technical Papers (8).
- VASIL, I.K. 1990. The Realities and Challenges of Plant Biotechnology. *Bio/Technology*, abril.
- VASIL, V.; CASTILLO, A.M.; FROMM, M.E.; VASIL, I.K. 1992. Herbicide Resistant Fertile Transgenic Wheat Plants obtained by Micropojectile Bombardment of Regenerable Embryogenic Callus. *Bio/Technology*, junio.



# **EFFECTOS DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA AGRICOLA**

**C. Ford Runge<sup>1</sup>**

## **INTRODUCCION**

En el presente Informe se analizan los posibles efectos de la sostenibilidad en la tecnología agrícola de América Latina. Se examinan los tipos de ajuste a la tecnología que puede originar el tema de la sostenibilidad, los consiguientes cambios en materia de investigaciones agrícolas y en las prioridades de desarrollo, así como también los cambios en la transferencia de tecnología y las estrategias y políticas de innovación.

El trabajo se divide en cuatro secciones. En la primera se desarrolla el marco teórico que permite analizar el tema de la sostenibilidad; se inicia con un análisis de los conflictos existentes entre la investigación agrícola tradicional y la investigación orientada hacia el medio ambiente. En la segunda sección ese análisis se extiende a un modelo de innovación agrícola inducida, que puede utilizarse para prever un mayor énfasis en las tecnologías que contribuyen a conservar los recursos naturales y aumentar el rendimiento de la tierra por medio de tecnologías de información y bienes de capital renovados. En la tercera sección se estudian las repercusiones de esos cambios en la investigación agrícola, especialmente en el desarrollo de tecnologías de "alta precisión", que reducen diversos daños al medio ambiente a la vez que contribuyen a mantener y, en algunos casos, a aumentar la producción. En la cuarta sección se analizan las consecuencias de esas tendencias para las políticas y las transferencias de tecnología Norte-Sur y Sur-Sur.

---

<sup>1</sup> *Center for International Food and Agriculture Policy, Hubert H. Humphrey Institute of Public Affairs and Forest Resources, Universidad de Minnesota (EE.UU.).*

## SOSTENIBILIDAD COMO SINTESIS<sup>2</sup>

La creciente importancia de los problemas ambientales contribuye a cambiar el aspecto de la economía y de las políticas agrícolas, tanto en el orden nacional como internacional. Buena parte del debate se centra en el tema de la sostenibilidad. En el presente informe el concepto de sostenibilidad se define como *aquellas políticas que permiten mantener y mejorar la productividad agrícola y que, a la vez, protegen los beneficios ambientales y minimizan los daños al ambiente ocasionados por los métodos modernos de producción agrícola.*

De manera general, en los países desarrollados (el "Norte") gran parte de las preocupaciones ambientales en la agricultura residen en el tipo de productos que se integran a la agricultura, además del uso cada vez mayor de *agua, fertilizantes e insumos químicos* en la producción de alimentos, así como también la producción pecuaria intensiva. En los países en desarrollo (el "Sur") las mayores preocupaciones se refieren a la deforestación, la contaminación del agua y la destrucción de tierras en zonas que se han incorporado al cultivo o a la situación de zonas de cultivo intensivo donde hay escasez de agua y de otros recursos naturales.

Muchos de los métodos de producción utilizados, aunque no sean sostenibles, se justifican porque son considerados necesarios para alimentar a poblaciones cada vez más numerosas o para consolidar la autosuficiencia alimentaria como cuestión de política comercial y de seguridad nacional. Como resultado, los efectos ambientales negativos han sido considerados consecuencias (externalidades) lamentables pero probablemente justificables para hacer frente a esos desafíos.

A medida que cambia esa perspectiva, las nuevas políticas incrementarán de manera efectiva el costo de los métodos de producción agrícola no sostenible, lo que estimulará el uso de nuevas tecnologías, más benignas desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, ese proceso

---

<sup>2</sup> Esta sección se basa en un informe presentado en el Diálogo sobre Políticas de ISNAR sobre Desafíos y Oportunidades para el Sistema Nacional de Investigación Agrícola en el año 2000 y Más Allá, realizado en Berlín, Alemania, del 13 al 18 de enero de 1992.

apenas comienza; para comprender sus consecuencias será preciso analizarlo detenidamente.

El contexto en el cual se desarrollan las normas sobre políticas para una agricultura más sostenible surge de un conflicto entre dos programas de investigación. El primero es el programa tradicional, orientado a los productos básicos, predominante en la investigación agrícola desde su inicio. El segundo es el programa de investigación ambiental o "verde". El concepto de sostenibilidad refleja los conflictos entre esos dos programas, pero también ofrece posibilidades de lograr una síntesis.

La investigación y la política agrícola tradicional se han centrado en un conjunto óptimo de insumos a base de hidrocarburos, a los cuales se agregan otros tales como mano de obra, capital, energía, nutrientes, productos químicos y agua, que se utilizan en combinación con la tierra para producir diversos tipos de alimentos, forraje y fibras (Fig. 1).

Naturalmente, el costo de esos insumos varía considerablemente de un momento a otro y de un lugar a otro; ello lleva a realizar esfuerzos por superar las limitaciones con respecto a su disponibilidad por medio de las innovaciones tecnológicas e institucionales (Pardey *et al.* 1991; Ruttan 1992). En particular, se ha llegado a la convicción de que se pueden "diseñar" caminos de producción agrícola mediante políticas que influyan sobre la oferta y la demanda de insumos y productos agrícolas. Sin embargo, algunos insumos (por ejemplo, la energía basada en hidrocarburos) están restringidos no sólo localmente sino a nivel mundial, y no a todos los productos de ese proceso se les ha dado la debida importancia.

Concretamente, la tierra no sólo produce flujos de productos básicos tales como alimentos, forraje y fibras, sino también otras corrientes de productos; algunos de ellos son los aspectos agradables del medio ambiente, como la calidad del paisaje, el hábitat de las especies silvestres, la realimentación de las aguas subterráneas y las oportunidades de recreación. Otros son los daños al ambiente, como la contaminación del agua que resulta del uso intensivo de nutrientes de las plantas a base de energía y el cultivo de suelos que son vulnerables desde el punto de vista ambiental.

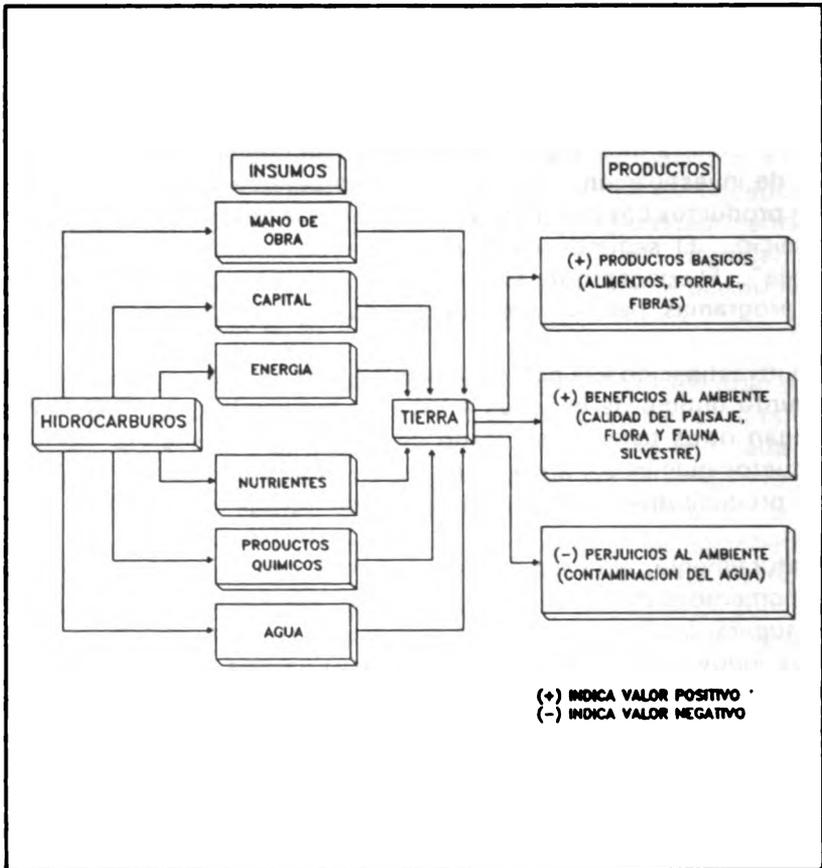


Fig. 1. Corrientes de producción en la agricultura

A esas corrientes de elementos beneficiosos y perjudiciales para el medio ambiente no se les ha dado gran importancia política; tampoco se han reflejado en la demanda del mercado en gran parte de la historia de la agricultura.

Sin embargo, se perfila una nueva era en la cual las exigencias en cuanto a los elementos beneficiosos para el medio ambiente y la reduc-

ción de los elementos perjudiciales para éste dominan cada vez más los debates sobre sostenibilidad.

En consecuencia, se ha comenzado a realzar el valor implícito que se atribuye a los aspectos ambientales de las tierras y su producción, lo que a su vez afecta al proceso de innovación tecnológica e institucional. Los nuevos estímulos para el desarrollo de tecnologías sostenibles son el resultado de lo anterior (Runge 1987).

Sin embargo, los caminos que se han tomado para lograr el cambio tecnológico e institucional en respuesta a esas presiones no son de ningún modo similares. Existen grandes diferencias, particularmente con respecto a la importancia aparente que se atribuye a los productos agrícolas tradicionales frente a los beneficios y perjuicios al medio ambiente en el Norte y en el Sur (Runge 1990). Esa brecha entre el Norte y el Sur plantea una dificultad especial para quienes afirman que la sostenibilidad tiene la misma importancia para todas las naciones y muestra uno de los muchos sentidos que "no satisfacen" las afirmaciones de que la sostenibilidad debe ser un concepto global de política (Ruttan 1988; Graham-Tomasi 1991; Fox 1990).

Resulta evidente el conflicto que existe entre la investigación agrícola tradicional, orientada a los productos básicos, y el nuevo programa de investigación orientado al medio ambiente (por ejemplo: Norgaard 1991; Batie 1989). Por lo tanto, quizás convenga señalar las diferencias entre las dos corrientes de pensamiento. Las llamaré "investigación ambiental" e "investigación agrícola" (Fig. 2).

La *investigación ambiental*, por lo menos en la economía agrícola y en las ciencias agrícolas aplicadas, ha tenido las siguientes características generales:

1. Está orientada a un proceso, en el sentido de que se centra en el flujo de diversos daños tales como la contaminación mediante nitratos del sistema de producción agrícola y de los sistemas naturales como las vías fluviales.

2. Se realiza bajo la suposición general de que las señales del mercado no son suficientemente fuertes para orientar las decisiones de los agricultores; esas "fallas del mercado" crean la presunción de que hay necesidad de reglamentación.
3. Critica ampliamente la concepción que considera el aumento de la producción (rendimiento) y el crecimiento global como fines en sí mismos.

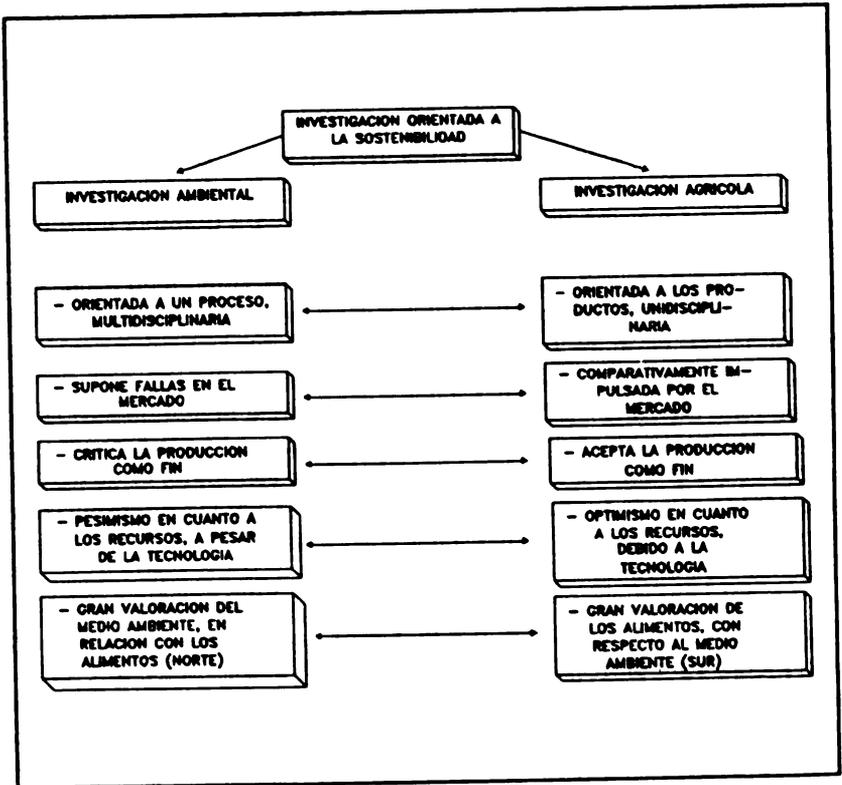


Fig. 2. Programas de investigación incompatibles

4. **Supone que el conflicto de la relativa escasez de recursos naturales frente al crecimiento de la población, aun con los cambios tecnológicos, probablemente se mantendrá con el tiempo; de esa manera, promueve el "pesimismo con respecto a los recursos".**
5. **Atribuye un valor implícito a los mejoras en la calidad del medio ambiente, lo que refleja las valoraciones basadas en la renta de los países desarrollados, que cuentan con ingresos elevados.**

En cambio, *la investigación agrícola tradicional* ha tenido las características generales siguientes:

1. **Está orientada hacia los productos y se centra en productos básicos específicos y en medidas unidisciplinarias para desarrollar variedades más eficientes o fuertes de esos productos en distintos marcos agrícolas y ambientales.**
2. **Comparativamente está impulsada por el mercado y valora principalmente los productos que tienen más demanda.**
3. **Acepta los incrementos en la producción (rendimiento) y el crecimiento como verdaderos fines en sí mismos.**
4. **Predomina en ella una perspectiva optimista sobre la posibilidad de manipular los sistemas de recursos naturales en la agricultura mediante cambios tecnológicos, de tal modo que se pueda evitar el conflicto entre población y recursos que presentan las teorías maltusianas.**
5. **Atribuye una gran importancia a la producción de alimentos y fibras, y al suministro de otros productos a los grupos de bajos ingresos, especialmente en los países en desarrollo.**

Aunque esas contradicciones sólo sean parcialmente exactas, sugieren la poca probabilidad de que esos programas puedan combinarse sin que surjan conflictos. Sin embargo, debe señalarse que se perfila una nueva

síntesis basada en consideraciones renovadas sobre el uso de la tierra.<sup>3</sup> En tal sentido, la sostenibilidad es prácticamente el restablecimiento de la fisiocracia, una "teoría de la riqueza basada en la tierra" (Fig. 3).

En primer lugar, del énfasis unidisciplinario y orientado a los productos de la investigación agrícola se pasa a la aplicación de enfoques por "sistemas", con un énfasis interdisciplinario. En segundo lugar, las exigencias cada vez mayores "en el mercado político" de la población de los países de ingresos elevados en cuanto se refiere a beneficios al ambiente, como la calidad del paisaje, y la reducción de los elementos perjudiciales para el ambiente, como la contaminación del agua, fortalecen más la presunción de que es necesario reglamentar la explotación de tierras agrícolas para lograr los objetivos ambientales.

Por otra parte, las intervenciones del gobierno destinadas sencillamente a aumentar la producción se han puesto en tela de juicio debido a los excedentes crónicos. Esos cambios crearán nuevos incentivos para modificar la combinación de productos en la agricultura y la forma en que se producen. En tercer lugar, y en relación con lo anterior, el Norte muestra cada vez menos entusiasmo por las tecnologías conducentes a incrementar el rendimiento *per se*, mientras que el Sur pone continuamente énfasis en la necesidad de esas tecnologías.

En cuarto lugar, el pesimismo con respecto a los recursos que manifiesta el programa ambiental es desafiado por el éxito que ha tenido hasta la fecha la tecnología agrícola para superar el hambre generalizada. Sin embargo, la necesidad indispensable de continuar incrementando el rendimiento y la producción se combina con la atención que se presta a los efectos sobre el medio ambiente, a fin de generar una nueva serie de innovaciones tecnológicas que hemos denominado técnicas de cultivo de alta precisión (Munson y Runge 1990).

---

<sup>3</sup> El hecho de que la síntesis sea una "apropiación" por parte de la clase dirigente, como lo sugiere Ruttan (1991), de las críticas hechas por el movimiento progresista que aboga por la sostenibilidad, es un tema interesante para la sociología de la investigación, pero no se abordará aquí.

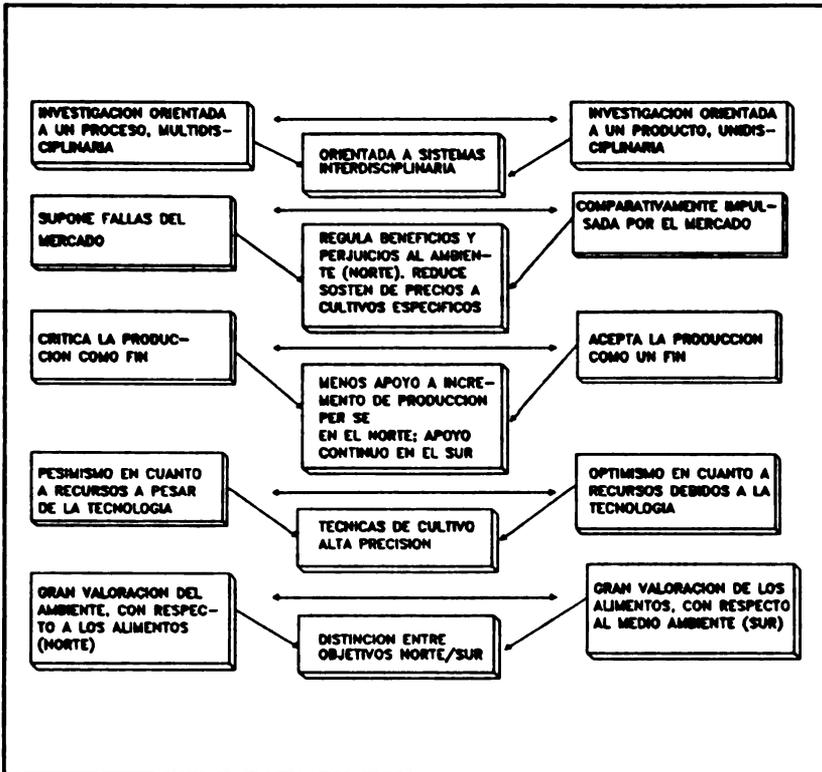


Fig. 3. La sostenibilidad en síntesis

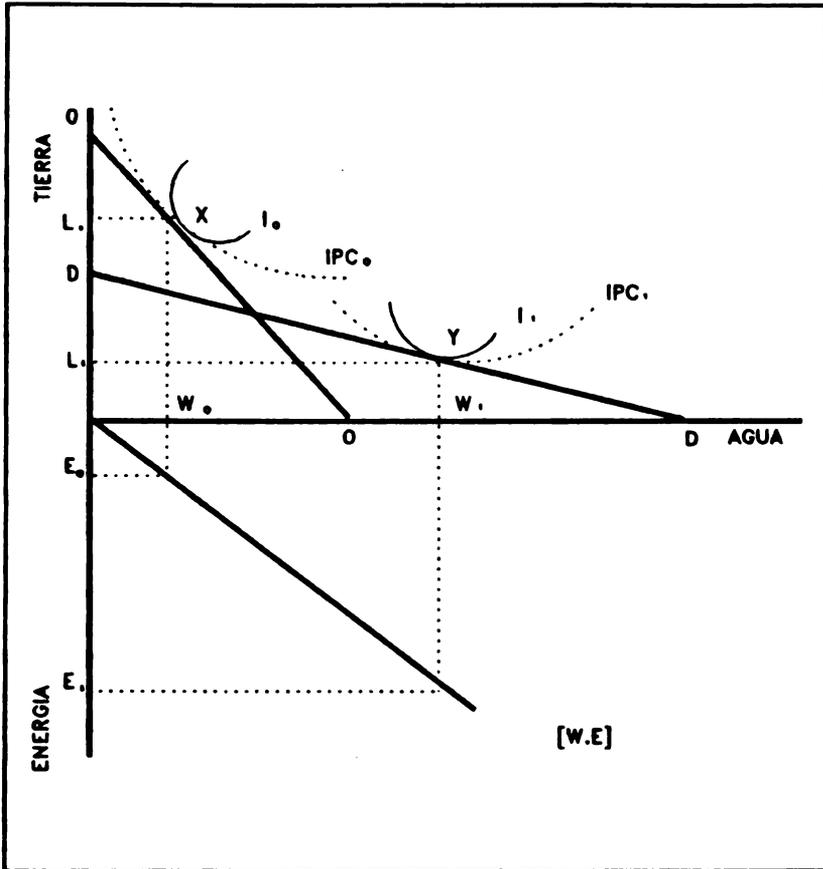
El papel de la investigación en el progreso de esas tecnologías posiblemente dependa de las innovaciones institucionales que las apoyan. En quinto lugar, y esto es quizás lo más importante para los sistemas de investigación de América Latina, existe dificultad en diferenciar los programas de investigación referidos al Norte y al Sur. En este caso, la hipótesis de la innovación inducida fortalece la noción de caminos diferentes en lo que respecta a los cambios tecnológicos y al uso de las tierras, en los cuales puede ser que difiera la tolerancia a los perjuicios para el ambiente. Sin embargo, en una economía mundial integrada esos caminos divergentes también crean problemas de conflictos comerciales por las barreras ambientales (Runge 1991). De tal manera,

la nueva síntesis está generando nuevos conflictos, a los cuales los innovadores de tecnología y las instituciones deberán responder de una manera creativa.

## INNOVACION INDUCIDA Y SOSTENIBILIDAD

Esa respuesta supone nuevas innovaciones institucionales. Por lo tanto, la comprensión de la forma en que esas innovaciones se relacionan con el concepto de sostenibilidad puede resultar de utilidad. La innovación inducida en la agricultura incluye los efectos de la tecnología en la calidad del medio ambiente. La hipótesis de la innovación inducida sostiene que los cambios tecnológicos reemplazan los factores escasos por los abundantes (Hayami y Ruttan 1985). Esa hipótesis puede ampliarse para afirmar que los cambios en la tecnología agrícola con frecuencia influyen sobre la *calidad* de los factores de producción, tales como las aguas subterráneas o la fertilidad del suelo. Por ejemplo, la tecnología de riego, una vez adoptada, puede afectar la calidad de las aguas subterráneas y, de ese modo, su sostenibilidad. Sin embargo, con frecuencia el mercado no refleja el valor de escasez con respecto a las características de calidad ambiental sostenible.

Como ejemplo típico cabe examinar el caso de la tecnología de riego y sus efectos sobre las aguas subterráneas. En la Fig. 4, la tierra, el agua y la energía son factores de producción,  $OO$  y  $DD$  representan una abundancia relativa distinta y el valor implícito de la tierra y el agua en determinado lugar. Las curvas de puntos  $IPC_0$  e  $IPC_1$  representan curvas de posibilidades de innovación, y las isocuantas  $I_0$  e  $I_1$  representan tecnologías particulares de producción agrícola seleccionadas en las situaciones 0 y 1 respectivamente. La línea recta  $[W, E]$  representa una complementariedad fija entre agua y energía.  $IPC_0$  representa las posibilidades tecnológicas asociadas a una situación de abundancia relativa de tierra y escasez relativa de agua, como el cultivo de secano antes del riego por bombeo. La tecnología particular en uso,  $I_0$ , es una de la serie de técnicas posibles comprendidas en la envolvente  $IPC_0$ .  $I_0$  es una tecnología que minimiza los costos cuando es tangente en el punto  $X$  a la línea  $OO$ . En vista de la abundancia relativa de factores existente en  $OO$ ,  $L_0$ ,  $W^0$ , y  $E_0$  son los niveles implícitos de tierra, agua y energía utilizados en la tecnología particular de cultivo de secano  $I_0$ .



Fuente: Runge, 1987: 250.

Fig. 4. Innovación tecnológica inducida.

Supongamos ahora que, debido a un incremento en la extracción de aguas subterráneas o a la desviación de ríos o de corrientes de agua existentes, el agua resulta ser más abundante que el factor tierra. Ese cambio se refleja en la nueva línea de precio, DD.

El cambio de OO a DD, si se percibe correctamente, estimula la investigación por parte de ingenieros agrónomos y otros en las nuevas técnicas de riego que utilizan agua y energía, tales como el riego con pivote central.<sup>4</sup> Ese proceso de innovación produce un desplazamiento hacia adentro de la curva de posibilidades de innovación de IPC<sub>0</sub> a IPC<sub>1</sub>, lo que supone mejoras en la eficiencia. Dentro de las nuevas posibilidades de innovación, la tecnología particular seleccionada (por ejemplo, el sistema de riego con pivote central) es I<sub>1</sub>, en el punto Y, donde L<sub>1</sub>, W<sub>1</sub> y E<sup>1</sup> representan los niveles de tierra, agua y energía utilizados.

La hipótesis de la innovación inducida con frecuencia se critica porque depende demasiado de los precios de mercado y no lo suficiente de las instituciones no comerciales que influyen en el cambio económico. Sin embargo, como se subraya en el análisis anterior, la escasez relativa de los factores constituye la base fundamental de la teoría. Los precios de mercado quizás no reflejen la escasez de tierra, agua o energía debido a las externalidades o a otras fallas del mercado.

Sin embargo, las propias fallas del mercado pueden producir innovaciones institucionales que permitan que se refleje la escasez relativa (véase Crosson 1986 y las observaciones de Runge). No obstante, la teoría de la innovación tecnológica inducida en la agricultura se debe ampliar, a fin de reconocer la importancia de las instituciones no comerciales y considerar a las instituciones y a la tecnología como elementos endógenos.

Esto dio origen al concepto complementario de "innovación institucional inducida". Las instituciones son "reglas de la sociedad o de las organizaciones que facilitan la coordinación entre las personas, al ayudarles a crearse expectativas que cada una de ellas puede mantener

---

<sup>4</sup> Desarrollado por primera vez en 1950, el sistema de riego con pivote central consiste en una serie de rociadores de agua instalados en un tubo de seis pulgadas que, a su vez, se apoya sobre una hilera de siete o más brazos móviles. El agua se bombea a través del tubo desde una fuente y los brazos hacen girar el sistema alrededor del pivote central. Comparados con los cultivos de secano, los sistemas con pivote central emplean agua, gran intensidad de energía y permiten ahorrar tierra y mano de obra (Mackenzie 1983: 5).

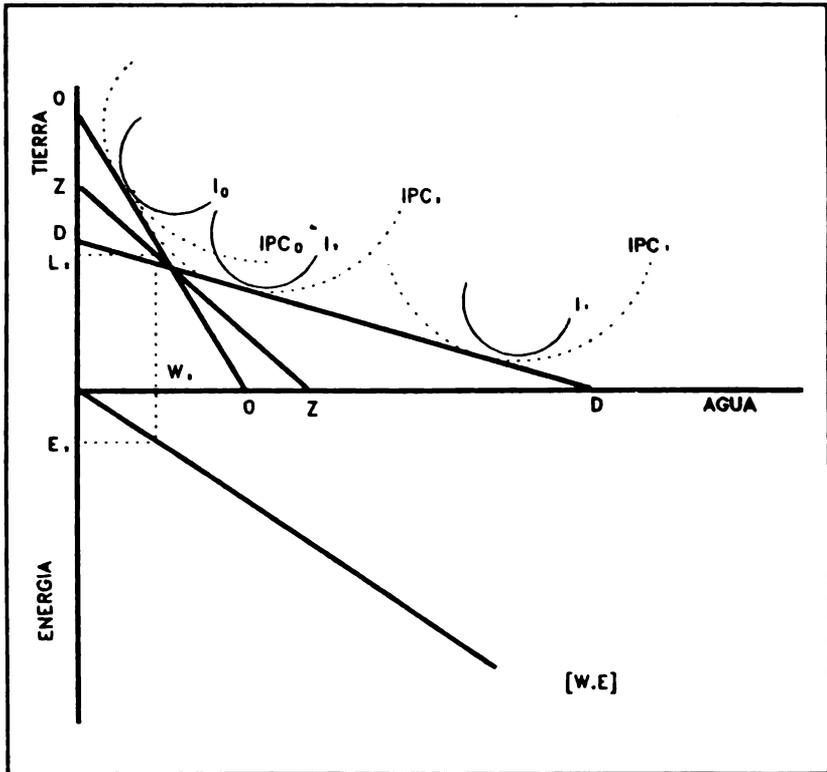
razonablemente en sus relaciones con otros" (Hayami y Ruttan 1985: 94). La exigencia de esa coordinación surge de la necesidad de obtener, en la actualidad y en el futuro, corrientes de beneficios garantizados en forma de normas de exclusión e inclusión que las instituciones proporcionan (Runge 1984a y 1984b). Ello puede consistir en la creación de nuevos derechos de propiedad en relación con factores de producción tales como la tierra, el agua y la energía. Posiblemente se requieran medidas colectivas en forma de otras instituciones no comerciales, con el fin de avanzar con el programa de sostenibilidad.

Examinemos la secuencia siguiente. El riego extensivo y la desviación de corrientes de agua producen la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas. A pesar de la continua abundancia de agua como insumo agrícola, la disminución de la calidad del agua afecta la salud de algunos consumidores. Si los consumidores atribuyen un gran valor a la calidad del agua y están dispuestos a pagar por ella hasta cifras que superan las que se reflejan en el valor del mercado, ese desequilibrio crea incentivos para una innovación institucional en forma de impuestos, subsidios o reglamentaciones que limiten el uso de aguas subterráneas o el uso de fertilizantes por los productores agrícolas; de hecho, eso incrementa el precio relativo del factor agua en la producción. De adoptarse, esas medidas contribuirán a reducir el incentivo de los agricultores para seguir utilizando métodos de riego con uso intensivo de agua.

Se están promoviendo nuevas investigaciones sobre técnicas de riego con menos uso intensivo de agua y se está estimulando la realización de una nueva serie de innovaciones tecnológicas orientadas a la conservación del agua, como el riego por goteo. En la Fig. 5 el efecto equivale a un desplazamiento de la línea DD, lo que refleja la abundancia relativa del factor agua, a una línea nueva como ZZ.

La Fig. 5 muestra cómo una nueva serie de investigaciones en respuesta a las nuevas restricciones reglamentarias, o con respecto a los subsidios y los impuestos, ofrece posibilidades de innovación como  $IPC_2$ , y nuevas técnicas como  $I_2$ . Esas son tecnologías que responden a las exigencias de la sostenibilidad agrícola.

Esta tercera etapa en el proceso de innovación inducida puede iniciarse aunque no existan mercados que exijan esas características de calidad ambiental. Ello puede afectar seriamente la elección posterior en lo que se refiere a las técnicas agrícolas. Las nuevas políticas que favorecen la sostenibilidad imponen nuevos costos a los productores, lo que modifica la valoración de los factores y provoca consecuentes cambios en la tecnología agrícola.



Fuente: Runge, 1987: 254.

Fig.5. Innovación tecnológica inducida.

El alcance de las posibles innovaciones institucionales es amplio y puede incluir reglamentación estatal, así como también cambios institucionales no estatales más amplios. Los costos relativos y la equidad percibida en las diversas opciones institucionales relacionadas con la calidad del agua pueden llevar a la adopción de disposiciones tales como la creación de asociaciones locales de usuarios de agua u opciones semi-comerciales que resultan más interesantes que la reglamentación directa (Anderson *et al.* 1983). Así, los cambios en la escasez relativa de factores y los cambios en la calidad del medio ambiente hacen que la tecnología y las instituciones evolucionen de manera conjunta.

En mi opinión, la actual evolución conjunta de la tecnología y las instituciones agrícolas está orientada a tecnologías que *conserven los recursos naturales, tales como el agua y la energía, a la vez que aumenten el rendimiento de la tierra mediante un mayor uso de información y bienes de producción tradicionales más nuevos*<sup>6</sup>. Las figuras anteriores son demasiado restrictivas y no reflejan plenamente este proceso, el cual requiere algunos ejemplos más específicos.

## TECNOLOGIAS AGRICOLAS DE "ALTA PRECISION"

¿Cuáles son los mejores ejemplos actuales de tecnologías orientadas a la conservación de recursos y que sustituyen el factor tierra por más información y bienes de producción tradicionales más nuevos?

Dos estudios recientes señalan la gama de dichas posibilidades. Taylor (1990) analizó documentos referidos a investigaciones sobre agricultura sostenible en la explotación agrícola y obtuvo una amplia serie de resultados, aunque a menudo mal fundamentados. Munson y Runge (1990) emprendieron una labor más definida para catalogar

---

<sup>6</sup> Samuelson (1992), al volver sobre una tendencia que examinó por primera vez en Samuelson 1959, desarrolló recientemente un modelo en el que relaciona los niveles de población a largo plazo con tecnologías que incrementan el rendimiento de la tierra y la propensión de los consumidores a la conservación de la tierra para su uso a largo plazo. Demostró que el uso de tecnologías no orientadas a la conservación *reducirá* el equilibrio a largo plazo entre la población y las tierras, y viceversa.

algunas de esas tecnologías y observaron diversas características importantes.

En primer lugar, a menudo eran tecnologías de gran intensidad *de información*; en segundo lugar, suponían bienes de *capital nuevos*, tales como maquinaria de labranza y tractores para lograr una aplicación más precisa de los insumos agrícolas. Esa tecnología de "alta precisión" contribuye a mantener la productividad, a la vez que conserva los recursos y aumenta el rendimiento de la tierra. Diversas técnicas de relativo bajo costo, pero de gran intensidad de información, dependen de una estimación más precisa de las necesidades de cultivo para poder reducir los daños ambientales y aumentar simultáneamente el rendimiento.<sup>6</sup> Esa situación se puede ilustrar con varios ejemplos.

Examinemos primero la selección de híbridos o variedades. La eficacia con que el cultivo recupera los nutrientes y el rendimiento logrado determinan las cantidades de éstos que salen del campo dentro del grano y las que quedan en los residuos y en el suelo. Por lo tanto, la selección de híbridos puede tener importantes repercusiones ambientales al influir en la capacidad de la planta de recuperar los nutrientes aplicados. La estimación total de la absorción de nutrientes necesaria para producir un rendimiento medio de 259 *bushels* en la situación de alto rendimiento que se muestra en el Cuadro 1 sería de 290 libras de N, 109 libras de  $P_2O_6$ , 375 libras de  $K_2O$  y 61 libras de  $K_2O$  por acre. La eliminación de nutrientes por el grano cosechado sería de 186 libras de N, 73 libras de  $P_2O_6$  y 61 libras de  $K_2O$  por acre. Finalmente, esos nutrientes deberán restituirse para poder sostener la fertilidad del suelo.

---

<sup>6</sup> El debate en este caso se basa especialmente en informes sobre Minnesota, Iowa y los estados centrales de Estados Unidos, que tratan sobre trigo, maíz y semilla de soja. Sin embargo, las condiciones agroclimáticas y agronómicas de esa región generalmente son similares a muchas partes de Argentina, Brasil y Uruguay. En vista de los niveles relativamente más bajos de insumos químicos y fertilizantes, más adelante se presta mayor atención a las tecnologías que influyen en la siembra, el mantenimiento de nutrientes del suelo y el cultivo orientado a la conservación.

**CUADRO 1.**  
**Rendimiento más elevado, medio y más bajo de 24 híbridos de maíz sometidos a prueba en tres ambientes y sistemas de manejo en Illinois.**

**Ambiente de alto rendimiento**  
**(Tipo de suelo Flanagan)**

Híbrido de mayor rendimiento:	=	308 bushels/acre
Rendimiento medio de 24 híbridos:		259 bu/a
Híbrido de menor rendimiento:		219 bu/a
 LSD 0.50	 =	 29 bu/a
C.V.	=	6.7

**Ambiente normal**  
**(Tipo de suelo Drummer)**

Híbrido de mayor rendimiento:	=	255 bu/a
Rendimiento medio de 24 híbridos:		196 bu/a
Híbrido de menor rendimiento:		143 bu/a
 LSD 0.05	 =	 38 bu
C.V.	=	11.8%

**Finca-zona experimental Herman Warsaw**  
**(Tipo de suelo Saybrook)**

Híbrido de mayor rendimiento:	=	337 bu/a
Rendimiento medio de 24 híbridos:		251 bu/a
Híbrido de menor rendimiento:		183 bu/a
 LSD 0.05	 =	 63 bu
C.V.	=	15.4%

Fuente: Lambert 1985.

En el caso de la semilla de soja, la selección de variedad también es muy importante por las mismas razones. Se pueden lograr niveles de rendimiento muy distintos con el mismo nivel de insumos. De acuerdo con información obtenida en la Estación Experimental de Iowa, el rendimiento de las semillas de soja muestra que hay diferencias entre las variedades (Fig. 6). Las semillas de soja de alto rendimiento también eliminan niveles relativamente altos de nutrientes, pero generalmente pueden fijar cerca de la mitad de las necesidades de nitrógeno del cultivo.

Otra decisión de bajo costo que influye en el insumo utilizado es la fecha de siembra. Las fechas de siembra pueden fijarse con el objeto de evitar los insectos, como la mosca de Hesse (cecidomio), nociva para el trigo. Las fechas de siembra algunas veces se basan en las temperaturas del suelo o del aire, que afectan la germinación y el crecimiento de la semilla. Esas fechas pueden postergarse también debido a la labranza de la tierra para la eliminación de malezas. Al considerar las fechas de siembra recomendadas, generalmente conviene sembrar lo antes posible, según las condiciones del suelo y de la humedad. Ello requiere una buena planificación a nivel de la finca y la preparación anticipada del equipo.

La tercera técnica de manejo o cultivo a bajo costo consiste en seleccionar la densidad de siembra adecuada. Esa decisión está relacionada con decisiones sobre las fechas de siembra y otros factores de manejo. En los estudios sobre maíz realizados en el sur de Minnesota, por ejemplo, la anticipación de las fechas de siembra producía densidades de siembra más elevadas (Hicks 1985) como se muestra en la Fig. 7. En otras localidades se observaron resultados similares. Con el aumento en la densidad de siembra, debido a la anticipación de las fechas de siembra la productividad aumentó en 32%.

La cuarta medida de bajo costo que tiene repercusiones en la eficacia de los insumos se vincula con el ancho de las hileras. La reducción del ancho de las hileras con una densidad de siembra determinada contribuye a mejorar la distribución de las plantas y permite una mejor absorción de los nutrientes, al reducir la competencia por agua, luz y nutrientes entre las plantas. El ancho de las hileras de maíz se ha

reducido a un ancho de sembradora estándar de 30 pulgadas; con el futuro manejo intensivo posiblemente se reduzca aún más.

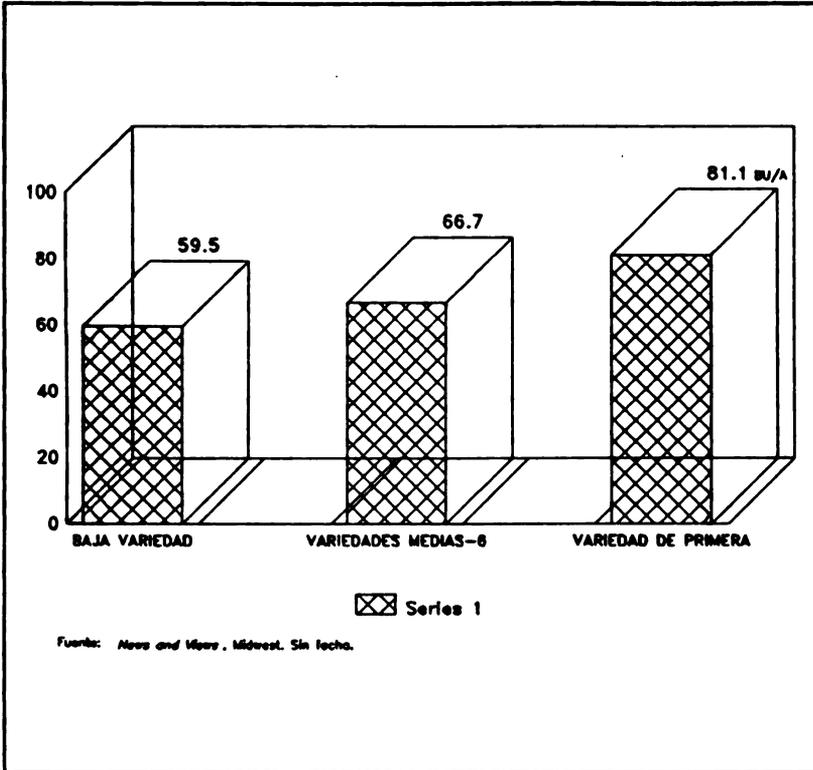
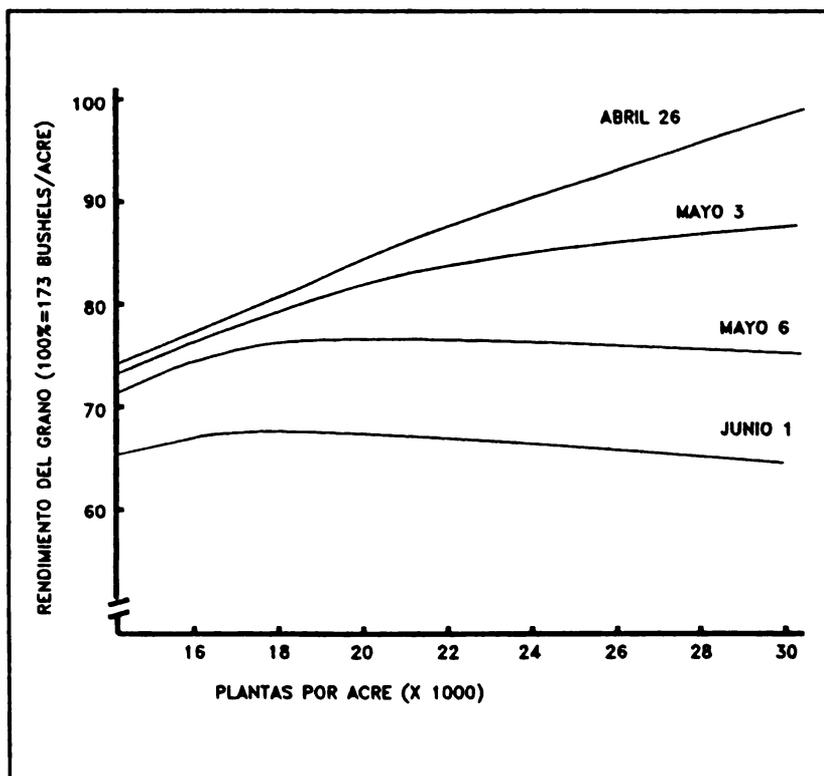


Fig. 6. La selección entre las distintas variedades de semilla de soja puede influir significativamente en el rendimiento obtenido.

La semilla de soja también reacciona ante la reducción del ancho de las hileras. Según un estudio realizado a lo largo de tres años por Bundy y Oplinger (1984), la reducción del ancho de las hileras de 30 a 8 pulgadas contribuyó a incrementar el rendimiento medio en 16 bushels por acre. Mason *et al.* (1980) determinaron un aumento del 17% en el rendimiento de la semilla de soja en Iowa con la reducción del ancho de las hileras. Si bien la reducción de las hileras posiblemente implique la

adquisición de una nueva sembradora, algunas veces se puede lograr tapando las salidas de la sembradora o por medio de la siembra doble. Sin embargo, es posible que las hileras angostas que no pueden cultivarse requieran un mayor control de malezas con productos químicos.



Fuente: Hicks 1985.

Fig. 7. La densidad de siembra y las fechas de siembra actúan recíprocamente para aumentar la productividad del maíz y el rendimiento en el uso de los insumos.

En el caso del trigo de invierno, en las regiones húmedas el rendimiento puede aumentar si las hileras de 6 a 7 pulgadas pasan a ser de 4 pulgadas de ancho. La mejor distribución de las plantas y una mayor densidad de siembra contribuyen a un mayor rendimiento. En las zonas áridas y semiáridas donde se cultiva el trigo, la menor densidad de siembra que permite la labranza del cultivo, en relación con la cantidad de humedad disponible, da un poco más de flexibilidad en vez de crear una presión excesiva sobre la humedad con densidades de siembra demasiado elevadas.

Se puede recurrir a otros pequeños detalles que no implican muchos costos a fin de proteger el rendimiento de un determinado nivel de insumos, y aumentar la eficacia y la recuperación. Es aconsejable seleccionar semillas que no tengan malezas y posean un alto grado de germinación. Es indispensable el tratamiento de la semilla para protegerla de hongos u organismos transmitidos por la tierra que puedan infectar y destruir la semilla o la plántula. La profundidad de la siembra es otro detalle que puede influir en el brote y en el vigor inicial de la plántula. La humedad del suelo es un aspecto que se debe tener en cuenta en la profundidad de la siembra. Para sembrar temprano en suelos fríos posiblemente haya que hacerlo a menor profundidad que en el caso de las siembras tardías, cuando ya ha aumentado la temperatura del suelo.

En las zonas áridas de producción de trigo en las praderas del norte, otra decisión que supone bajos costos es la altura de corte del cultivo de cereal, que influye posteriormente en la profundidad de la nieve sobre el campo y contribuye a mejorar el aislamiento de la siguiente cosecha de invierno (en el caso del trigo de invierno) e incrementa la humedad del suelo (Black y Bauer 1990). En un estudio de cuatro años realizado en Dakota del Norte, los investigadores descubrieron que el incremento en la altura del rastrojo que queda de la cosecha anterior a 8 pulgadas producía efectos muy beneficiosos para el rendimiento de las tres variedades de trigo sembradas.

La segunda esfera de innovación tecnológica basada en una mayor intensidad de información se relaciona con la pérdida de nutrientes del suelo. En Estados Unidos resulta interesante observar, desde una pers-

pectiva histórica, que la lixiviación de nitrógeno probablemente era más severa de lo que es hoy en muchos de los suelos que dejaron de ser praderas para transformarse en explotaciones. Cuando esos suelos se cultivaron por primera vez, el rendimiento medio del maíz en Estados Unidos era de sólo 25 bu/a. Los datos indican que poco de las 200 a 400 libras/acre de nitratos-nitrógenos que los suelos vírgenes pudieron liberar se recuperó por el rendimiento tan bajo de los cultivos (Fenster *et al.* 1978; Overdahl *et al.* 1980).

A fines de los años setenta, un suelo virgen que no recibía fertilizantes nitrogenados producía durante seis años un rendimiento medio de 133 bu/a, lo que indicaba su capacidad para mineralizar nitrógenos orgánicos. El manejo moderno y los híbridos de mayor rendimiento tienen la capacidad de utilizar y recuperar más eficazmente los suelos y fertilizantes N, lo cual reduce las pérdidas ambientales.

El tercer ámbito tecnológico, que depende de mayores niveles de información y de inversiones en bienes de producción más nuevos, comprende las técnicas de rotación de los cultivos y la labranza de la tierra orientada a la conservación. Además de los beneficios que produce la rotación de la semilla de soja y el maíz para el mantenimiento de los niveles de nitrógeno en el suelo, los estudios realizados por Legg *et al.* (1989) en el sudeste de Minnesota también indican que los agricultores dedicados a la lechería o al engorde de ganado no estaban contabilizando el nitrógeno correspondiente a la alfalfa cultivada o a la aplicación de estiércol en la determinación de su uso de N en el maíz (Legg *et al.* 1988 y 1990).

En algunos casos, los agricultores aplicaban de 27 a 133 libras de nitrógeno de más por acre, lo que supera las cantidades necesarias para lograr rendimientos económicos óptimos en la zona. En cambio, los agricultores que se dedicaban al cultivo constante de maíz sin alfalfa ni estiércol determinaban de manera más precisa los niveles de N necesarios para el maíz.

En resumen, si una persona necesita alfalfa para una actividad lechera o de engorde, o tiene acceso a otros mercados como el de la venta de heno, es aconsejable recurrir a él o a otras leguminosas en rotación y

contabilizarlo debidamente en las "cuentas de nitrógeno" de la finca (O'Leary *et al.* 1989; Fox y Piekielek 1988).

La relación entre la rotación de leguminosas y trigo es más compleja. Debido a los niveles relativamente elevados de materia orgánica que se encuentra en muchos de los suelos que se forman debajo de la vegetación de gramíneas en la zona de las praderas, donde se cultiva trigo, y debido a su capacidad para mineralizar N orgánico, la rotación de leguminosas ofrece pocas ventajas hasta que el nivel de N orgánico se agote. Es decir, las praderas ricas ya registran en sus "cuentas" altos niveles de N mineralizable.

Sin embargo, las investigaciones recientes realizadas por Sims y sus colegas en Montana indican que actualmente se pueden cultivar con éxito diversas leguminosas en las regiones más secas de la zona de las praderas y que resultan más eficaces que el barbecho de verano para suministrar nitrógeno al trigo y a otros cereales, salvo si la precipitación es muy baja (Sims 1990).

Durante años el arado de reja era el instrumento predominante en el cultivo agrícola; cortaba una capa de tierra y volteaba los fertilizantes o el estiércol, partes de los cultivos en crecimiento o los residuos de las cosechas que estaban en la superficie. Posteriormente se le aplicaba la rastra de discos, se cultivaba o se rastrillaba para preparar el plantío para la siguiente siembra. El cultivo de la tierra a principios del otoño, después de una cosecha o una temporada corta de cereales de invierno, daba tiempo para la mineralización o la liberación de nutrientes orgánicos e inorgánicos en los suelos húmedos durante las estaciones de otoño y primavera antes de la siembra. Hoy el arado de reja se usa cada vez menos, salvo para los suelos en que se ha demostrado que en otoño el arado mejora los surcos de siembra en zonas que no se ven afectadas por la erosión de los suelos.

Actualmente se prefiere el arado de subsuelo, que deja muchos residuos en la superficie del suelo. Esos métodos de conservación o de labranza mínima dejan entre 25% y 30% de la superficie del suelo cubierta de residuos de cosechas después de la siembra.

Otros métodos de cultivo de conservación que se utilizan cada vez más son el cultivo de aporques y la siembra en hileras sin labrar la tierra, mediante los cuales se siembra directamente en los lomos de tierra que se han quedado o en los residuos de las cosechas anteriores. Brown *et al.* (1989) indicaron que para 1987 se utilizaba alguna forma de labranza orientada a la conservación en un 50% de las tierras agrícolas de la zona maicera de Estados Unidos (*Corn Belt*).

En 1989 el 32% de la superficie del país cultivada con maíz aplicaba métodos de conservación: 7.1% el cultivo sin labranza de la tierra, 2.4% el cultivo de aporques y 22.5% aplicaba una capa vegetal para proteger el suelo (*Conservation Technology Information Center* 1989); otro 24.8% cubría la superficie con 15% a 30% de los residuos de la cosecha anterior. En el caso de la semilla de soja, 29.6% de los productores utilizaba métodos de labranza orientados a la conservación, 7.7% el cultivo sin labranza, 1.2% el cultivo de aporques y 20.7% utilizaba una capa vegetal para la protección del suelo. Otro 24.5% mantenía entre 15% y 30% de los residuos en la superficie.

Hay nuevos datos que indican que si no hay labranza de la tierra también disminuye la lixiviación de N en algunas zonas (Martin 1990). Si bien cuando no hay labranza la infiltración de humedad en el suelo aumenta, hay poco movimiento hacia abajo de los nitratos y el N o de los productos químicos agrícolas a través de los hoyos que dejan las lombrices de tierra, como se había teorizado inicialmente (Edwards *et al.* 1988 y 1989). La cantidad de nitratos y N obtenida fue sólo de 0.63 lb/a, aunque se utilizaron niveles de N suficientes para producir de 143 a 175 *bushels* de maíz por acre. Los efectos del método que no emplea la labranza han contribuido a conservar hasta 3 pulgadas de humedad al año, mediante una mayor infiltración y una menor evaporación, que en algunos casos se tradujo en incrementos en el rendimiento del maíz de hasta un 10% con respecto al maíz cultivado de manera tradicional (Edwards 1990, comunicación personal; Marking 1990).

En conjunto, esos cambios tecnológicos están llevando al empleo de más información y de nuevos bienes de capital que permiten aumentar el rendimiento de la tierra a la vez que reducen los perjuicios al medio ambiente y mantienen (y a menudo mejoran) el rendimiento. Una última

cuestión que debe examinarse es la posibilidad de transferir esas tecnologías de Norte a Sur, y las oportunidades de realizar transferencias Sur-Sur.

## REPERCUSIONES EN MATERIA DE POLITICAS Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

¿Cuáles son las repercusiones de esas tendencias en las políticas y transferencia de tecnología que tratan de "orientar" el camino de la innovación institucional y tecnológica en América Latina hacia la "sostenibilidad"? En primer lugar, cabe destacar que las tecnologías que se están examinando son suficientemente claras, de modo que ya se utilizan en América Latina.

La primera cuestión consiste en determinar cómo aumentar al máximo su difusión, la cual a su vez depende de *incentivos* para utilizarlas, que quizás sean menos fuertes que en el Norte, donde las normas ambientales son más estrictas.

Las políticas estatales pueden contribuir a su difusión promoviendo tecnologías que aumenten el rendimiento de la tierra donde las tierras agrícolas productivas son escasas. Sin embargo, en lugares en que la tierra es relativamente abundante, como en Argentina y Brasil, todavía es posible fomentar algunas de esas técnicas, porque generalmente incrementan el rendimiento y reducen los costos. Por lo tanto, los incentivos a los agricultores para difundir la maquinaria de labranza orientada a la conservación pueden fundamentarse únicamente en la reducción de los costos; los beneficios para el medio ambiente serían una externalidad positiva.

En segundo lugar, las políticas referentes a las transferencias de tecnología en América Latina se pueden formular de manera que fomenten las empresas conjuntas con intereses del sector privado en las industrias de semillas, fertilizantes, productos químicos y maquinaria agrícola; deben centrarse especialmente en tecnologías orientadas a la conservación (Ginder 1992). Dichas empresas conjuntas pueden acelerar la difusión de tecnologías beneficiosas desde el punto de vista

ambiental, en especial mediante un uso creativo de las políticas fiscales y de ingresos.

En tercer lugar, se puede fomentar la difusión transnacional de dichas tecnologías (por ejemplo de Argentina a Uruguay y Brasil) mediante diversos acuerdos Sur-Sur que se centren en la cooperación regional. Esos acuerdos institucionales pueden ayudar a los organismos gubernamentales responsables de las tecnologías agrícolas a compartir información y experiencia en la planificación orientada a la sostenibilidad del medio ambiente y al mejoramiento de la productividad agrícola en los próximos años.

### BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, T.L.; BURT, O.; FRACTOR, D. 1983. Privatizing Groundwater Basins. In *Water Rights* (ed. T.L. Anderson). San Francisco. Pacific Institute for Public Policy Research.
- BATIE, S. 1989. Sustainable Development: Challenges to the Profession of Agricultural Economics. *American Journal of Agricultural Economics*. Diciembre:1085-1101.
- BLACK, A.L.; BAUER, A. 1990. Stubble Height Effect on Winter Wheat in the Northern Great Plains: II. Plant Population and Yield Relations. *Agron. J.* 82:200-206.
- BROWN, H.J.; CRUSE, R.M.; COLVIN, T.S. 1989. Tillage System Effects on Crop Growth and Production Costs for a Corn-Soybean Rotation. *J.Prod. Agric.* 2: 273-279.
- BUNDY, L.G.; OPLINGER, E.S. 1984. Narrow Row Spacings Increase Soybean Yields and Nutrient Removal. *Better Crops With Plant Food* 68(Fall):16-17.
- CONSERVATION TECHNOLOGY INFORMATION CENTER. 1989. *National Survey of Conservation Tillage Practices*. West Lafayette, IN.

- CROSSON, P.R. 1986. Agricultural Development. In Sustainable Development of the Biosphere, T. Mann y W.C. Clark (eds). Cambridge. Cambridge University Press.
- EDWARDS, W.M.; SHIPITALO M.J.; NORTON, L.D. 1988. Contribution of Macroporosity to Infiltration into a Continuous Corn No-Tilled Watershed: Implications for Contaminant Movement. *J. Contam. Hydrol.* 3: 193-205.
- \_\_\_\_\_; SHIPITALO, M.J.; OWENS, L.B.; NORTON, L.D. 1989. Water and Nitrate Movement in Earthworm Burrows with Long-Term No-Till Corn Fields. Reprint., *J. Soil Water Conserv.* Mayo-junio, pp. 240-243.
- \_\_\_\_\_. 1990. Comunicación personal. ARS, USDA, Coshocton, Ohio.
- FENSTER, W.E.; OVERDAHL C.J.; RANDALL, G.W.; SCHOPER, R.P. 1978. Effect of Nitrogen Fertilizer on Corn Yield and Soil Nitrates. *Minnesota Agric. Exp. Sta., Misc. Report* 153.
- FOX, G. 1990. The Economics of the Sustainable Agriculture Movement. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 38:727-739.
- FOX, R.H.; PIEKIELEK, W.P. 1988. Fertilizer N Equivalence of Alfalfa, Birdsfoot Trefoil, and Red Clover for Succeeding Corn Crops. *J. Prod. Agric.* 1:313-317.
- GINDER, R.G. 1992. The Future Role of Farm Input Suppliers in the Sustainable Agriculture Movement. Staff Paper 241. Department of Economics, Iowa State University, Ames, Iowa.
- GRAHAM-TOMASI, T. 1991. Sustainability: Concepts and Implications for Agricultural Research Policy In P. G. Pardey, J. Roseboom y J. R. Anderson (eds.), *Agricultural Research Policy: International Quantitative Perspectives*. Cambridge University Press: 81-102.
- GRIFFIN, R.; BROMLEY, D. 1981. Irrigation and the Nitrate Contamination Problem. *Economic Issues* 56. Department of Agricultural Economics. University of Wisconsin-Madison.

- HAYAMI, Y.; RUTTAN, W.V. 1985. *Agricultural Development: An International Perspective*. Baltimore: John Hopkins University Press. Edición revisada.
- HICKS, D.R. 1985. *Optimizing Cultural Practices for Corn*. In *Implementing Maximum Economic Yield Systems Workshop Notebook*. Nov. 12-14. St. Louis, MO. Potash & Phosphate Institute, Atlanta, GA.
- LAMBERT, R.J. 1985. *Breeding for Higher Grain Yield Potential in Maize*. In R.D. Munson (ed). *Physiology, Biochemistry, and Chemistry Associated with Maximum Yield Corn*. Research Roundtable Proceeding. Nov. 11-12. St. Louis, MO. Potash & Phosphate Institute, Atlanta, GA, pp. 184-188.
- LEGG, T.D.; FLETCHER, J.J.; EASTER, K.W. 1988. *Nitrogen Management in Southeastern Minnesota*. Econ. Report ER 88-1. Universidad de Minnesota.
- \_\_\_\_\_; FLETCHER, J.J.; EASTER, K.W. 1989. *Nitrogen Budgets and Economic Efficiency: A Case Study of Southeast Minnesota*. *J.Prod. Agric.* 2:110-116.
- \_\_\_\_\_; LEVINS, R.; LAZARUS, W.; SCHMITT, M. 1990. *Reducing Nitrogen Applications to Manured Corn: An Opportunity to Save Money and Protect the Environment*. Staff Paper P90-28. Dept. Agric. Applied Econ. Universidad de Minnesota.
- MACKENZIE, S.A. 1983. *Irrigation, Energy Demand and Public Policy: An Analysis and Case Study of the Central Sands Region of Wisconsin*. Tesis de maestría. Recursos en tierras. Universidad de Wisconsin- Madison.
- MARKING, S. 1990. In *No-Till: Can Chemicals Worm their Way into Groundwater?* *Soybean Digest* 50(8): 89-9.
- MARTIN, D. 1990. *Clean Waters: No Till Reduces Nitrogen Runoff*. *Conservation Impact* 8(3):6.

- MASON, W.K.; TAYLOR, H.M.; BENNIE, A.T.P.; ROWSE, H.R.; REICOSKY, D.C.; JUNG, Y; RIGHES, A.A.; YANG, R.L.; KASPAR, T.C.; STONE, J.A. 1980. Soybean Row Spacing and Soil Water Supply: Their Effect on Growth, Development, Water Relations, and Mineral Uptake. *Adv. Agric. Tech., SEA, USDA.No.AAT-NC5.*
- MUNSON, R.D.; RUNGE, C.F. 1990. Improving Fertilizer and Chemical Efficiency Through «High Precision Farming». Center for International Food and Agricultural Policy. Department of Agricultural and Applied Economics. St. Paul. Universidad de Minnesota.
- NEWS AND VIEWS, MIDWEST. s/f. Higher Soybean Yields For Those Who Try! Potash & Phosphate Institute, Atlanta, GA 30329.
- NORGAARD, R. B. 1991. Sustainability as Intergenerational Equity: The Challenge to Economic Thought and Practice. Washington, DC. World Bank, Office of the Chief Economist, Asia Region.
- O'LEARY, M.; REHM, G.; SCHMITT, M. 1989. Providing Proper Nitrogen Credit for Legumes. Clean Water Everybody's Concern. AG-FO-3769. Minnesota Ext.Serv., Universidad de Minnesota.
- OVERDAHL, C.J.; FENSTER, W.E.; SCHOPER, R.P. 1980. Nitrate Carryover in the Soil: Profile on Continuous Corn. Soil Series 108. Agr. Ext. Ser., Universidad de Minnesota.
- PARDEY, P. G.; ROSEBOOM, J.; ANDERSON, J.R. (eds). 1991. Agricultural Research Policy: International Quantitative Perspectives. Cambridge. Cambridge University Press.
- RUNGE, C.F. 1984a. Institutions and the Free Rider: The Assurance Problem in Collective Action. *Journal of Politics* 46:154-81.
- \_\_\_\_\_. 1984b. Strategic Interdependence in Models of Property Rights. *American Journal of Agricultural Economics* 66:807-13.

- \_\_\_\_\_. 1986. Comment on P.R. Crosson, Induced Innovation and Environmental Response. In *Sustainable Development of the Biosphere*, T.Mann y W.C. Clark. (eds). Cambridge. Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_. 1987. Induced Agricultural Innovation and Environmental Quality: The case of Groundwater Regulation, *Land Economics* 63(3): 249-258.
- \_\_\_\_\_. 1990. Trade Protecionism and Environmental Regulations: The New Nontariff Barriers, *Northwestern Journal of International Law and Business*. 11(1):47-61.
- \_\_\_\_\_. 1991. Environmental Effects of Trade in the Agricultural Sector: A Case Study. Documento preparado para la Dirección de Medio Ambiente de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), París. Center for International Food and Agricultural Policy. Department of Agricultural and Applied Economics. St. Paul. Universidad de Minnesota.
- \_\_\_\_\_. 1992. A Policy Perspective on the Sustainability of Production Environments. Documento de trabajo P92-2. Center for International Food and Agricultural Policy, Universidad de Minnesota, St. Paul, Minnesota. Publicado también en *Future Challenges for National Agricultural Research: A Policy Dialogue*. Actas de la conferencia internacional "Challenges and Opportunities for the NARS in the Year 2000: A Policy Dialogue", celebrada en Berlín del 12 al 18 de enero de 1992. La Haya: International Service for National Agricultural Research (ISNAR), 1992.
- RUTTAN, V. W. 1988. Sustainability is Not Enough, *American Journal of Alternative Agriculture*. 3:128-130.
- \_\_\_\_\_. 1991. Sustainable Growth in Agricultural Production : Poetry, Policy and Science. Staff paper P91-47. Department of Agricultural and Applied Economics. St. Paul. Universidad de Minnesota.

- \_\_\_\_\_. (ed). 1992. *Sustainable Agriculture and the Environment: Perspectives on Growth and Constraints*. Boulder. Westview Press.
- SAMUELSON, P. A. 1959. A Modern Treatment of the Ricardian Economy: I. The Pricing of Goods and Labor and Land Services. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 73, pp. 1-35. Reproducido como Capítulo 31 en *The Collected Scientific Papers of Paul A. Samuelson*, Volume 2 (ed. Joseph E. Stiglitz) Cambridge, MA. The MIT Press, 1966.
- \_\_\_\_\_. 1992. A Classical Theorem for John Chipman: Maximal and Minimal Malthusian Population; A Sweeping Non-Substitution Theorem at the Core of the Canonical Classical Model. Department of Economics, E52-383C, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.
- SIMS, J.R. 1990. Research on Dryland Legume-Cereal Rotations in Montana. In *Extending Sustainable Systems*. Conferencia sobre agricultura sostenible celebrada el 9 y 10 de mayo de 1990. St. Cloud, MN. Minnesota Ext. Ser. y University of Minnesota Sustainable Agricultural Program, pp. 29-58.
- TAYLOR, D.C. 1990. On Farm Sustainable Agriculture Research: Lessons from the Past, Directions for the Future. *Journal of Sustainable Agriculture* 1:2, pp. 43-87.
- WATERMAN, A.M.C. 1991. The Canonical Classical Model of Political Economy. In *1808, as Viewed from 1825: Thomas Chalmers on the National Resources*. *History of Political Economy*, Vol. 23, pp. 221-241.



## **NUEVAS ESTRATEGIAS Y POLITICAS**



# DINAMICA DE LA INNOVACION TECNOLOGICA EN LA AGRICULTURA: EL EJEMPLO DE MEXICO

José Luis Solleiro<sup>1</sup>  
Carmen del Valle<sup>1</sup>  
Isabel Sánchez<sup>1</sup>

## INTRODUCCION

El objetivo del presente estudio es identificar y clasificar los principales agentes y factores que intervienen en la innovación tecnológica agrícola. Asimismo, se procura aportar estímulos para futuros estudios enfocados a conformar una o varias nuevas teorías sobre el cambio técnico en dicho sector.

Inicialmente, se hace una breve descripción cualitativa de esta problemática en el sector agropecuario en ALC. Posteriormente, se realiza una revisión de diversas teorías del cambio técnico relacionadas con la agricultura, y se las complementa con elementos conceptuales de la teoría del cambio tecnológico industrial, considerados relevantes para ampliar la visión sobre este fenómeno en la agricultura.

También se presenta un análisis de los diferentes actores del cambio técnico, con apoyo en algunos casos mexicanos que han sido considerados importantes, sobre todo por el efecto multiplicador que pueden tener en el futuro. Luego se procura clasificar los principales factores o dimensiones que intervienen en el cambio técnico en la agricultura.

Finalmente, dado que es muy difícil arriesgar en este momento una propuesta teórica consolidada, se hace una serie de recomendaciones sobre la eventual agenda de investigación futura en torno a las características y patrones del cambio tecnológico en este sector.

---

<sup>1</sup> Centro para la Innovación Tecnológica. UNAM (México). Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Dr. Alejandro Polanco por sus comentarios, sugerencias y orientación para este trabajo. A Rocío Gallo le damos las gracias por su paciencia y creatividad para la edición del documento.

## **METODOLOGIA**

Para la realización de este estudio se comenzó con un análisis amplio de la literatura sobre el tema. Se consultaron bases de datos internacionales y se encontró realmente poca información que aborde directamente el tema de cambio tecnológico en la agricultura, situación que contrasta con las teorías relacionadas con la innovación industrial. Se complementó la búsqueda en bases de datos; se consultaron bibliotecas y centros de documentación importantes, como los del Colegio de México, el Colegio de Postgraduados, el Banco de Comercio Exterior, el CIMMYT, el Instituto de Investigaciones Económicas y el Centro para la Innovación Tecnológica.

Como resultado de ésta búsqueda bibliográfica, se obtuvo abundante información; sin embargo, sólo una parte mínima hace aportes metodológicos o bien análisis que se concentren en nuestro sujeto de estudio. De hecho, el IICA es una de las únicas instituciones que ha emprendido el estudio continuo de esta problemática para la región latinoamericana.

En esas condiciones de escasez en cuanto a la información disponible, fue necesario hacer un pequeño estudio piloto de campo. Se exploraron los elementos decisivos en la transformación de la agricultura mexicana para, a partir de esa experiencia, tratar de hacer una contribución empírica que complemente los modelos encontrados en la literatura.

## **ANTECEDENTES**

El agotamiento del modelo de crecimiento económico orientado hacia la sustitución de importaciones, las propias dificultades estructurales y un endeudamiento externo que se manifiesta crudamente con la crisis económica de los ochenta, han dejado en condiciones muy débiles a las economías latinoamericanas.

Las políticas de ajuste ubicaron a la Región en una situación más realista al devaluar la tasa de cambio. Sin embargo, también generaron una desprotección generalizada para la actividad productiva, al abrirse al libre comercio con el exterior. En lo doméstico, la liberación de

precios, la reducción del gasto del gobierno y la desregulación del Estado, contribuyeron a un retroceso en cuanto a lo que se había logrado en materia de crecimiento, ya que en 1989 el PIB se contrajo a niveles semejantes a los de diez años atrás. Este retroceso se expresa también en una situación de mayor empobrecimiento y deterioro social. Al respecto, cabe mencionar que en la Región el PIB *per cápita* para 1989 alcanzaba apenas el nivel semejante a trece años atrás y en el momento actual todavía no llega a recuperarse.<sup>2</sup>

En el contexto de la economía internacional, encontramos también elementos que afectan a las economías de la Región; entre ellos destacamos la disminución de los flujos comerciales, por la baja en el ritmo de crecimiento de las economías y el aumento de las políticas proteccionistas, aunado a un ambiente de profundas transformaciones originadas por el desarrollo de nuevas tecnologías. El aceleramiento del deterioro de los precios de las materias primas generó una reducción de los ingresos por concepto de exportaciones, a pesar de que se aumentaron los volúmenes de productos vendidos al exterior. El pago de fuertes intereses por concepto de la deuda externa no solamente limitó el ingreso de capital a la Región sino que dio lugar a una dura política de ajuste, con importantes consecuencias que ya fueron señaladas.

En esas condiciones, se comienza la década de los noventa con políticas de reestructuración económica, basadas en la modernización de los sectores económicos, para recuperar el crecimiento en las condiciones de competitividad que se exigen en el proceso de reincorporación a la economía mundial, dentro de contextos socioeconómicos heterogéneos, con propósitos de una repartición más equitativa de los beneficios. Los elementos del nuevo modelo son: apertura de las economías mediante la eliminación de la protección, libre comercio, impulso a la producción para exportar e integración económica como medio de asegurarse mercados.

---

<sup>2</sup> El PIB *per cápita* en América Latina se redujo en 8.3% en el período de 1981 a 1989. México presenta un decrecimiento mayor, que fue de 9.3% y sólo Cuba, Barbados y Chile observaron crecimiento en este indicador promedio para ese período (CEPAL 1990).

En el sector agrícola los efectos negativos de la crisis no fueron homogéneos; se extendieron menos en el corto plazo debido a que la respuesta fue más lenta, ya que había proyectos de inversión que estaban apenas fructificando. La rentabilidad en este sector se redujo, como consecuencia de las políticas de precios, por una importante reducción en la inversión y una contracción del mercado interno, por efectos de la baja en el ingreso real y por los altos índices de inflación.

El acelerado endeudamiento de los países de la Región determinó la aplicación de políticas de ajuste, cuyos efectos en el sector agrícola se orientaron, en el mejor de los casos, hacia la modificación del destino de los recursos de los sectores no comerciales a los comerciales, generándose lo que el IICA ha llamado la fase de sustitución de importaciones de la agricultura, "con base en el reequilibrio del sistema de precios y la reconquista de la agricultura del mercado doméstico" (De Janvry *et al.* 1987).

Las contribuciones del progreso técnico han tenido una estrecha relación con la estructura productiva, la cual hasta antes de la apertura comercial, por las desigualdades económicas, se había orientado hacia la producción de bienes para el consumo de la población de mayores ingresos, que contaban con mercados protegidos, lo que se tradujo en una mayor rentabilidad. Esa situación permitió la concentración de los recursos de capital, de infraestructura empresarial y tecnológicos.

La selección de tecnologías, por lo tanto, estaba en función de un mercado interno cautivo, para el que no se tenían altas exigencias ni de costos ni de calidad. Las consecuencias de ese comportamiento se presentan en tres planos. Se crea una falta de competitividad en los artículos provenientes de esa planta productiva. En el plano social habrá que señalar que se pone énfasis en la producción de artículos que no llegarán al conjunto de la población por la falta de capacidad económica; finalmente, en lo que se refiere al plano tecnológico se dio lugar al fenómeno de "fragilidad de la base científica y tecnológica, insuficiente desarrollo de las capacidades tecnológicas locales, debilidad en la difusión del progreso técnico y, por último, inadecuación de las selecciones técnicas a la satisfacción de las necesidades y al aprovechamiento de los recursos locales" (CEPAL 1989).

El proceso de globalización en el que se inserta la economía de América Latina es el punto más alto que ha alcanzado la internacionalización de capital; se expresa en una reestructuración de la economía mundial que exige para las economías de industrialización tardía una redefinición.

Frente a ese panorama, y a pesar de que se presentan características específicas en cada país de la Región, la agricultura tendrá que desempeñar un papel importante en la reactivación de la economía, por lo menos por tres vías: 1) por medio de la exportación de productos comerciales para generar divisas; 2) por sus efectos en el crecimiento de la economía en sus encadenamientos hacia atrás, con la producción de insumos y equipo y, hacia adelante, en los efectos en las agroindustrias de productos finales; 3) en la superación de los problemas alimentarios actuales, ya sea mediante la autosuficiencia o bien con políticas que garanticen la seguridad alimentaria.<sup>3</sup>

El proyecto de modernización que se desprende destaca la apertura comercial en el sector agropecuario, para fomentar la especialización en las áreas en las que existen ventajas comparativas. En este terreno es indispensable incorporar al tradicional concepto estático la variable tecnológica, las ventajas comparativas, además de la disponibilidad de fuerza de trabajo barata y los recursos naturales disponibles. Aquí el concepto tecnología debe ser entendido como el conjunto de conocimientos organizados que constituyen una fuerza productiva motora del crecimiento de la producción, que modifica las características del trabajo y la naturaleza, y crea nuevas ventajas comparativas que permiten la competitividad.

Ante la inserción en la economía mundial se presentan nuevos retos provenientes de la generalización y consolidación de nuevas tecnologías para el desarrollo de los recursos humanos, así como nuevos productos

---

<sup>3</sup> Entendemos por seguridad alimentaria "el acceso sostenido y garantizado por parte de todos los grupos sociales e individuos al alimento adecuado en cantidad y calidad, para cubrir las necesidades alimentarias de una vida activa y sana" (Solon 1991:11).

y nuevas formas de producir, distribuir e, incluso, nuevas formas de vivir.

Estas nuevas tecnologías que permiten una amplia gama de posibilidades de cambio tecnológico son principalmente la microelectrónica, la biotecnología, las tecnologías de materiales, las tecnologías energéticas, las tecnologías de información y las interrelaciones entre ellas (CEPAL 1989).

En la agricultura influye, de manera más directa, la biotecnología. Los adelantos en ésta área permitirán incrementar el uso de tierras no aptas para el cultivo, la obtención de variedades de semillas con mayor rendimiento, insumos agrícolas de origen biológico, etc. (Quintero 1991). Todo ello en el marco del nuevo paradigma orientado hacia una producción más racional, eficiente y equitativa en el agro, consecuente con la no destrucción del nuevo ambiente.

En ese sentido se observa, en primer lugar, una tendencia a una mayor rapidez en la movilidad con que se presentan los cambios tecnológicos, lo cual hace posible que la utilización exclusiva de una ventaja competitiva pueda ser mas corta para quienes la generaron. Esa situación abre la posibilidad, para los países subdesarrollados, de realizar cambios tecnológicos en alguna línea de especialización a partir de la adquisición de la masa crítica de recursos tecnológicos en esa área. En segundo término, el cambio técnico en la agricultura se determina de manera importante por empresas industriales: la agroindustria procesadora de bienes, la agroindustria de insumos biológicos y la empresa productora de equipo, que son las que proveen los nuevos conocimientos.

Así, en la modernización de la agricultura, como elemento determinante en el impulso al desarrollo económico de la Región, la tecnología desempeñará un papel importante, propiciando que el sector se constituya en una actividad eficiente, con mayor diversificación y más integrado con los sectores productivos, a fin de que se generalicen los efectos positivos internamente.

Al mismo tiempo, conviene considerar, junto al concepto de sector primario y a la contradicción entre agricultura e industria, un nuevo concepto de agricultura como "complejo agroindustrial integrado y tecnificado", que responde a los fenómenos que se presentan en la actualidad y nos permite pensar en la posibilidad de un crecimiento conjunto de los dos sectores sobre bases competitivas (Piñeiro 1988), en tanto vivimos una etapa de transición en la que se manifiestan estas dos concepciones y los retos que se enfrentan no son tan fáciles de superar.

Por último, habrá que incluir la problemática ecológica y la práctica de la democracia, para que en el esfuerzo por el crecimiento la tecnología incorpore la necesidad de un medio ambiente sano y se tomen en consideración las demandas sociales, observadas en su viabilidad económica, mediante un consenso político.

## **TEORIAS SOBRE EL CAMBIO TECNICO EN LA AGRICULTURA**

Sin duda, la comprensión de los patrones generales que sigue el proceso de innovación tecnológica en la agricultura es un elemento crítico para promover la transformación de dicho sector en América Latina. Por ello, dedicaremos algunas líneas para revisar de manera muy breve algunos modelos para la interpretación del cambio técnico en la agricultura. Nos basaremos en el trabajo de Caetano Bacha (1987), que realizó un análisis general de las diferentes teorías.

En primer término, se cuenta con los modelos de Fei y Ranis (1966) y de Jorgenson (1969), que resaltan la importancia del cambio técnico para viabilizar el papel de la agricultura en el desarrollo económico. Ambos modelos fueron clasificados por Hayami y Ruttan como modelos duales dinámicos que identifican a la agricultura como el sector tradicional y a la industria como el sector moderno. Para que se realice el desarrollo económico, se requiere una interacción creciente entre esos dos sectores.

En ambos modelos, el mecanismo que permite una continua reasignación del trabajo del sector agrícola hacia el industrial es la existencia de un excedente en el primero, producto de la elevación de su producti-

vidad; generalmente, ese excedente debe obtenerse a partir de un salto tecnológico en la agricultura, que debe ocurrir al inicio del proceso de desarrollo.

Estos modelos duales dinámicos presentan un interesante análisis de la transferencia de excedentes y de mano de obra de la agricultura a la industria, basada en los precios marginales del trabajo y en el desempeño del consumo en función del crecimiento del trabajo y del salario, pero dejan a un lado el hecho de que, en la relación entre los dos sectores bajo análisis, el mercado desempeña un papel decisivo. Además, analizan la integración de la agricultura al proceso de desarrollo económico, pero no estudian el proceso de desarrollo en la agricultura. Este proceso es analizado en lo que Santos (1986) denomina "teorías sobre la modernización de la agricultura". A continuación se describen esos modelos.

El *modelo de conservación* propone un patrón de generación y difusión de tecnología que utiliza recursos internos de las propiedades agrícolas. El modelo se basa en la recuperación de conceptos y métodos asociados a la revolución agrícola inglesa y al movimiento de conservación estadounidense, con sus tradiciones de ética, estética y naturalismo filosófico. Así, en éste modelo el aumento de la productividad se obtenía por métodos de trabajo intensivo para aumentar la fertilidad, para mejorar la tierra por drenaje e irrigación y para la formación de capital en forma de ganado y árboles frutales.

A mediados del siglo XX se trató de revitalizar este modelo; se dio una visión más racional a los aspectos de fertilidad de suelos y al papel de la tierra en el desarrollo agrícola. De hecho, este modelo logró sustentar tasas de crecimiento de la productividad agrícola del 1% anual, basándose en sistemas complejos de cultivo de tierra, trabajo intensivo, producción y uso de abono orgánico e instalaciones físicas para la utilización eficiente de los recursos tierra-agua.

Si bien estos niveles de aumento de la productividad no son compatibles con los actuales requerimientos de los países de América Latina, existen todavía hoy seguidores del modelo que lo identifican como una alternativa viable para los pequeños productores.

El *modelo de impacto urbano industrial* parte de la hipótesis de que habrá un mejor funcionamiento del mercado de productos y factores en aquellas economías agrícolas próximas a los centros industriales dinámicos, pues la expansión de los polos industriales puede traer consigo efectos tales como la elevación de la demanda de la mano de obra, la aparición de empresas dedicadas a la producción de insumos agrícolas, una mayor demanda de productos agrícolas por las industrias procesadoras, etc. Estos efectos permitirían la disminución de costos, promoverían la construcción de infraestructura y contribuirían a la tecnificación de la agricultura.

Ese modelo ha sido validado empíricamente en el desarrollo regional de países industrializados; en países en desarrollo parece tener una aplicación muy limitada, pues en ellos, desafortunadamente, no se da la necesaria articulación casi natural entre ambos sectores, además de que no están disponibles los requisitos tecnológicos de base para el rápido crecimiento agrícola.

El *modelo de difusión* afirma que el camino para el desarrollo agrícola estriba en una diseminación más efectiva del conocimiento técnico entre los agricultores individuales y entre las regiones, con el fin de disminuir los diferenciales de productividad entre ellos.

Durante los años cincuenta se trató de transformar a los campesinos tradicionales en agentes económicos racionales mediante extensos programas de asistencia técnica. Esto se hizo, en buena parte, suponiendo que ya existía en los centros de investigación y los campos experimentales de nuestros países un número suficiente de tecnologías que sólo debían ser transferidas.

Numerosas soluciones de investigación para los problemas de los agricultores se pusieron a disposición de la comunidad, pero pocas fueron aceptadas. El problema radica en la inadecuación de la solución, en el mecanismo de difusión y en las limitaciones técnicas de los usuarios para comprender la tecnología. Por ello, el modelo de difusión no ha sido totalmente exitoso.

En la década de los sesenta se desarrolla una nueva corriente que da lugar al *modelo de insumos modernos*, que critica el modelo de difusión basándose en el hecho de que las tecnologías que se aplican en ciertas regiones tienen una alta especificidad y que no puede sostenerse la teoría de que un paquete tecnológico agrícola usado en regiones de alta productividad puede transferirse a las de baja productividad.

Luego de esa crítica, se argumenta que los campesinos de la agricultura tradicional sí asignan eficiente y racionalmente sus recursos, pero son pobres porque en sus países las oportunidades técnicas y económicas a las que pueden acceder son muy limitadas. De esto, se concluye que el desarrollo del sector agrícola tradicional sólo puede lograrse mediante inversiones que hagan disponibles insumos de alta rentabilidad para los agricultores de los países pobres.

El modelo de insumos modernos pretende ser un modelo de generación y difusión de tecnología al sugerir que las inversiones se canalicen para el aumento de la capacidad de producción de nuevos conocimientos en las estaciones experimentales, de la capacidad del sector industrial para producir nuevos insumos técnicos y de la capacidad de los agricultores en el uso eficiente de los factores agrícolas modernos.

Este modelo es criticado por Hayami y Ruttan (1971) por no explicar cómo las condiciones económicas inducen el desarrollo de una serie de tecnologías efectivas para una sociedad particular, y por no especificar cómo las relaciones de precios de los factores y productos inducen las prioridades de investigación.

Hayami y Ruttan desarrollan un modelo de generación de tecnología relacionado íntimamente con el proceso de desarrollo agrícola. "En esta perspectiva, el cambio técnico representa una respuesta dinámica a los cambios ocurridos en la disponibilidad de recursos y las condiciones sociales y económicas" (Ruttan 1983).

La teoría de la *innovación inducida* es retomada por los dos autores citados, quienes introducen en ella el análisis del proceso de innovación generado por el sector público y de sus modificadores institucionales. Las decisiones en cuanto a la asignación de recursos para la investi-

gación son visualizadas como un medio para impulsar diferentes actividades de investigación que den como resultado una reducción de la demanda de factores. Así, las instituciones de investigación deberían fijar sus prioridades derivadas de la disponibilidad real de recursos mediante el cálculo de precios sombra. Pero debido a que los precios sufren distorsiones en un mercado imperfecto, dichos precios tenderían a sesgar el sistema de investigación y desarrollo.

Esta teoría provee un marco eficiente para la evaluación del cambio técnico, en términos tanto del sesgo de los factores de la tecnología como de la asignación de recursos para la investigación.

Sin embargo, en cuanto a la conceptualización del cambio técnico en la agricultura, esta teoría tiende a ignorar diferentes actores económicos, otorgando a una sola entidad, el mercado, la decisión sobre una asignación de recursos para la investigación que optimice los beneficios (Lynam 1983).

Por otro lado, el modelo considera para su funcionamiento la existencia de un sistema efectivo de comunicación de información entre productores, instituciones de investigación, compañías productoras de insumos agrícolas y los mercados de factores y productos. Este sistema de comunicación tiene, por lo general, serias deficiencias en los países en desarrollo.

El modelo trata de interpretar a la innovación tecnológica como una respuesta *a posteriori* a los cambios en los precios relativos, con lo que deja fuera la capacidad anticipatoria de problemas y oportunidades que posee la concepción estratégica de un negocio. En el mejor de los casos, este tipo de análisis puede funcionar para establecer el modelo de innovaciones graduales, mejoras a lo existente, pero no considera la capacidad del empuje científico-tecnológico de transformar violentamente los patrones imperantes.

Se concede también muy poca atención al hecho de que, por motivos estratégicos, una empresa puede decidir seguir operando con costos relativamente altos, con el fin de explorar rápidamente sus posibilidades de diversificación (la teoría de la innovación inducida no contempla el

cambio en los productos), o bien el atacar un determinado nicho de mercado.

Finalmente, una crítica importante al modelo de la innovación inducida tiene que ver con que éste parte del falso supuesto de que existe una distribución relativamente homogénea en cuanto al tamaño y tipo de explotaciones, lo cual al menos en América Latina no se cumple.

El *modelo de De Janvry* sigue la línea de análisis del modelo de Hayami y Ruttan y procura especificar más rigurosamente los procesos de decisión inherentes a la generación de innovaciones agrícolas por el sector público. En él se muestra una interacción dinámica entre la presión y los incentivos económicos; introduce así algunos elementos sociales en la concepción de las motivaciones para la innovación.

Dicho modelo considera la tecnología agrícola como un bien público. La economía está compuesta de grupos sociales diferentes y la producción de ese bien público favorece a los grupos en grados distintos. A partir de una estructura socioeconómica y una oferta potencial de innovaciones, se deriva una matriz de retornos esperados por una serie de agentes económicos. A partir de esa matriz, los agentes económicos constituyen una demanda latente por las innovaciones; ejercen presiones sobre la estructura política burocrática y, consecuentemente, constituyen una demanda tecnológica efectiva. Las instituciones productoras de innovaciones generarán una oferta efectiva, como respuesta a la demanda. Esta oferta actuará sobre la estructura socioeconómica y dará una matriz de retornos efectivos.

Como puede observarse, se trata de un modelo de generación de tecnología que toma en cuenta la posibilidad de que las presiones sobre las instituciones de investigación pueden venir de dentro y fuera del sector agrícola, lo cual es un acierto. Sin embargo, la idea de que oferta y demanda se encontrarán casi espontáneamente después de la interacción de diversos agentes socioeconómicos es un tanto ilusoria, ya que no considera que la construcción de esta compleja red entre agentes tan diversos encontrará barreras, no sólo de naturaleza económica, sino

también de índole cultural. Superar estas barreras requiere un enfoque nuevo hacia el concepto de difusión.

Pastore, Días y Castro (1976) tratan de explicar las condiciones para el desarrollo tecnológico en la agricultura brasileña y, con el marco conceptual de la innovación inducida, realizan una adición al analizar las fuerzas estimuladoras y las barreras a los movimientos innovadores, principalmente relacionados con:

- ▶ El grado de concentración geográfica del producto.
- ▶ La posibilidad de industrialización o comercialización del producto.
- ▶ La posibilidad de incorporar resultados de investigación obtenidos en el exterior.

Puede observarse, sin duda, que esta adición ayuda a superar algunas limitaciones del modelo de innovación inducida, aunque no todas. Lo más notable es que se asigna una posibilidad de inducción a una serie de factores asociados al mercado del producto y no solamente al de los factores de la producción.

También en Brasil, se desarrolló el *modelo del mecanismo de auto-control* de Ray Miller Paiva (Paiva *et al.* 1976) en el que se afirma que la adopción de tecnología moderna es un problema microeconómico, una decisión directa de los agricultores. Las ventajas de la tecnología moderna sobre la tradicional dependen de la relación entre las productividades en términos físicos de los factores modernos y los tradicionales.

Así, la difusión de la tecnología moderna depende de la ventaja económica de las técnicas modernas sobre las tradicionales y de una serie de factores tales como la disponibilidad de conocimientos técnicos y de recursos materiales de los agricultores, el acceso al crédito y la habilidad gerencial de los empresarios agrícolas, entre otros.

En una economía orientada por las fuerzas del mercado, ocurre un cierto grado de adecuación de la modernización del sector agrícola por

medio del sistema de procesos del mercado, los cuales, al disminuir por la modernización, limitan el proceso de difusión de la tecnología sólo a un cierto número de usuarios. Este mecanismo de autocontrol está sujeto a algunas limitaciones: normalmente no ocurre al principio del proceso de modernización; las técnicas modernas que no implican el aumento en la asignación de capital sino sólo una asignación diferente de los factores ya existentes no son sujetas al mecanismo de autocontrol; los productos exportables de demanda perfectamente elástica están menos sujetos al mecanismo de autocontrol; finalmente, el mecanismo de autocontrol es válido para la agricultura como un todo, siendo que para algunos productos podría ocurrir que todos los agricultores se modernizaran.

En este modelo, el dualismo tecnológico de la agricultura es normal y la modernización agrícola depende en gran medida de la expansión del sector no agrícola. Este es claramente un modelo de difusión que parte del supuesto de que hay oferta tecnológica y sólo intenta explicar los límites para su diseminación.

En 1983 Piñeiro y Trigo nos proporcionaron un interesante modelo de análisis del proceso de innovación, en función de una serie de dimensiones estructurales y de la forma en que éstas determinan las vinculaciones de cada situación de producción con el conjunto de la sociedad y el Estado.

"El enfoque propuesto parte de la identificación y caracterización de los sujetos (actores) sociales que participan en el proceso de producción y realización del producto estudiado, las bases materiales que definen sus intereses tecnológicos en términos de la dirección e intensidad del proceso innovativo y la consecuente emergencia de conflictos entre los distintos grupos involucrados" (Piñeiro y Trigo 1983).

A continuación, se presentan las dimensiones estructurales usadas en ese modelo:

- ▶ Tipos de unidades de producción y control de los recursos productivos.

- ▶ Homogeneidad del sector productor.
- ▶ Importancia regional de la producción.
- ▶ Tamaño relativo del sector productor.
- ▶ Funcionalidad del producto para la economía global.

Asimismo, ese modelo asigna un factor decisivo a factores que influyen en los procesos de articulación social y las políticas públicas, propiciados por las dimensiones estructurales mencionadas y que, en conjunto, conforman el escenario para la dirección e intensidad del cambio técnico.

Este modelo de interpretación del cambio técnico representa un avance importante al aportar un enfoque holístico y dinámico en el que se incorporan el análisis tanto de elementos endógenos como exógenos al sector agrícola. Además, se contempla el sistema no como un todo homogéneo; se reconocen las disparidades y también las imperfecciones en la acción del mercado.

Probablemente, podría ampliarse aún más la cobertura y dinámica del modelo si fuera posible incorporar algunos elementos del desarrollo conceptual alrededor de la innovación industrial. Por ello, intentaremos complementar esta visión con algunos elementos tomados de la teoría evolutiva del cambio técnico y la de la ventaja competitiva.

### **La teoría evolutiva del cambio técnico**

Nelson y Winter (1982) emiten una teoría que refuta las tesis ortodoxas fundamentales, concretamente la teoría del equilibrio y su descripción de las instituciones del capitalismo, en especial por su falta de adaptabilidad a la realidad y a la complejidad del tejido institucional de los sistemas reales del mercado. Las teorías ortodoxas no pueden enfrentar conceptualmente la incertidumbre, la racionalidad limitada y la personalidad económica de grandes corporaciones, así como también la complejidad y dinamismo de los actuales procesos de ajuste.

Por su parte, esta nueva teoría "evolutiva" centra su preocupación en la explicación de patrones de desarrollo a largo plazo y en el cambio progresivo. Las regularidades observables en la realidad presente se interpretan no como la solución a un problema estático, sino como el resultado de la comprensión de lo que procesos dinámicos han producido en el pasado, y también de aspectos o factores a partir de los cuales pueda emerger un futuro muy diferente con base en esos mismos procesos dinámicos (Nelson y Winter 1982).

Las teorías evolutivas engloban un grupo más bien heterogéneo de modelos que comparten el énfasis en las propiedades dinámicas de las economías, caracterizadas por la recurrente emergencia de diversas formas de innovación, procesos descentralizados de invención y la persistencia histórica de patrones de cambio (Dosi 1991).

"Evolutivo" no implica gradualismo. Este término también es consistente con cambios abruptos, inestabilidades y revoluciones; comprende tanto aprendizaje como selección.

Dosi (1991) nos proporciona una interpretación sobre los elementos modulares de las teorías evolutivas:

- 1) Se concentran en las propiedades de sistemas económicos, cuyas dinámicas están impulsadas internamente por la persistente emergencia de innovaciones en productos, procesos de producción y formas de organización.
- 2) La búsqueda y desarrollo asociados a estas innovaciones constituyen, al menos en parte, un elemento endógeno de las actividades de los agentes económicos; es un proceso guiado por la percepción de oportunidades no explotadas y motivado por la expectativa de apropiarse algunos beneficios económicos.
- 3) Las características generales de las economías están sujetas a formas de aprendizaje muy imperfectas y a diversas formas de competencia que ejercen formas diferenciadas de premio y castigo económicos para agentes heterogéneos. Estas formas imperfectas de aprendizaje

reconocen la posibilidad de innovar por accidente, por prueba y error e, inclusive, aprender y capitalizar a partir de errores.

- 4) La mayoría de las regularidades que presenta la economía en sus variables agregadas (en productividad, ingresos, empleo, etc.) deben entenderse como propiedades emergentes basadas en los comportamientos de los agentes y sus interacciones. Las teorías evolutivas tratan de modelar sistemas económicos ricos en retroalimentación positiva, con mecanismos de autorrefuerzo resultado del esfuerzo colectivo.

Para el caso del cambio tecnológico en la agricultura, merece la pena rescatar la idea de que un importante impulsor del cambio técnico está conformado por la propia competencia de la gente y las rutinas organizacionales. Prácticamente cualquier paradigma tecnológico aparece a partir de ciertos patrones de innovación en los que:

- ▶ La competencia tecnológica se construye incrementalmente a partir de experiencias pasadas, tanto de éxito como de fracaso.
- ▶ La capacidad de aprendizaje es intrínseca a la propia organización.
- ▶ Algunas formas de aprendizaje inducen mecanismos de avance autorreproducibles.
- ▶ Es posible identificar patrones mejor ordenados de cambio tecnológico en las características técnicas y económicas de cada paradigma.

Estas ideas nos llevan a pensar que deberíamos prestar mayor atención a la organización como fuente de innovaciones tecnológicas. En el contexto de las unidades de producción agrícola latinoamericanas se observa que las rutinas organizacionales rara vez son capitalizadas en conocimiento acumulable. Tal vez valga la pena "importar" algunas ideas del concepto de asimilación de tecnología utilizada en el campo industrial.

La asimilación de tecnología es un proceso que, basado en la capacitación del personal y la documentación de los diversos procesos de producción, permite la realización de mejoras continuas en la operación de una unidad productiva, cuyo efecto acumulativo constituye, de hecho, una estrategia de innovación.

### **La teoría de la ventaja competitiva**

En 1985, Michael Porter, continuando con su trabajo sobre estrategia competitiva, propone el concepto de ventaja competitiva, derivada de la capacidad de una firma para crear valor para sus clientes, excediendo los costos para su creación. Valor es lo que los clientes quieren pagar, y el valor superior proviene de ofrecer precios más bajos que los de los competidores o bien de proveer beneficios únicos que posibilitan vender a un precio más alto.

La interacción entre las unidades de negocio es el medio principal para crear valor. Porter propone un modelo de cinco fuerzas competitivas que actúan en función de la estructura industrial o de las características económicas y técnicas de un sector.

Para el caso de la innovación tecnológica en la agricultura, es importante incorporar esta visión de la estructura sectorial con sus diversos agentes. También sería esencial hacer un estudio más profundo sobre el tema de barreras de entrada y barreras de salida.

Hemos podido observar que, con frecuencia, en América Latina diversas unidades de producción y empresas pretenden participar en nuevos negocios o nuevas tecnologías con enormes barreras de entrada dadas por el control de la innovación y el mercado, los derechos monopólicos temporales otorgados por patentes y la intensidad del capital.

Pero también debemos revisar las barreras de salida, factores económicos, estratégicos y emocionales que mantienen a las empresas compitiendo en negocios con rendimientos muy bajos e incluso negativos. En la agricultura es fácil encontrar este tipo de empresas,

renuentes a abandonar una línea de trabajo y que prolongan demasiado tiempo un esquema no lucrativo.

El otro concepto que parece sumamente útil para el análisis de la innovación en la agricultura es el de la cadena del valor y la ventaja competitiva. Porter afirma categóricamente que la ventaja competitiva no puede entenderse observando a la empresa como un todo indivisible. Esta ventaja emana de las muchas actividades que la firma desempeña para producir, comercializar, distribuir y apoyar su producto. Cada actividad puede contribuir a mejorar la posición relativa de los costos de la empresa o crear la base para la diferenciación.

La cadena del valor desagrega a una empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos, y también las fuentes de diferenciación existentes y potenciales.

Adoptar un enfoque de este tipo es esencial en la agricultura, pues frecuentemente se soslaya el hecho de que muchas actividades críticas para el desempeño económico de una actividad agrícola no son de índole agrícola. Además, no sólo en las operaciones directas de producción se genera la ventaja competitiva: hay posibilidades enormes en el manejo adecuado de la logística interna y externa, la comercialización, la infraestructura física, los recursos humanos y las adquisiciones de insumos.

## **LOS AGENTES DE CAMBIO TECNICO EN LA AGRICULTURA. EL CASO DE MEXICO**

En la agricultura, como en cualquier sector de la economía, intervienen una serie de elementos que inciden en su desenvolvimiento. Especial importancia revisten aquellos que tienen que ver con la toma de decisiones y manejo de recursos, los cuales permiten elevar la productividad de las unidades económicas que se manifiestan en este sector.

De ahí la necesidad de diferenciar a los agentes que actúan en la determinación de las condiciones en que se desarrolla la actividad agrícola, en especial aquellos que influyen en los procesos de cambio

técnico, elemento fundamental para la transformación de las condiciones de producción de cualquier actividad económica.

Consideramos en primer término a los productores primarios, las empresas productoras de insumos y equipo, y las empresas agroindustriales de bienes finales; en segundo lugar, las organizaciones de los sectores social y privado; en tercer lugar el Estado; en cuarto lugar los agentes financieros, como la Banca y las Uniones de Crédito y, por último, los agentes de capacitación de recursos humanos y los centros e institutos de investigación y desarrollo (IyD) y de capacitación.

Debemos tener en cuenta que, en los últimos años, esos agentes han sufrido transformaciones importantes derivadas de los efectos de la crisis económica, las políticas de ajuste de los años ochenta, la apertura comercial y, finalmente, la integración de un área de libre comercio con los países de Norteamérica.

### **Productores primarios y empresas agroindustriales**

Es indispensable partir de una tipología mínima de los productores. En ese sentido, de acuerdo con la investigación dirigida por Alejandro Schejtmann (CEPAL 1992) y la información recopilada a lo largo de la elaboración de este trabajo, encontramos que en el campo mexicano se manifiestan principalmente tres tipos de agricultores: el empresario agrícola, los productores en transición y los campesinos. Sus características generales son las siguientes:

- a. *Empresarios agrícolas.* Poseen grandes extensiones de tierra, con sistemas de riego e infraestructura hidráulica. Su producción está fundamentalmente dirigida al mercado externo, aunque también se orienta al consumo de la población de mayores ingresos en el mercado interno. Se centra en la floricultura, hortifruticultura, avicultura, porcicultura y lechería intensiva; la mayoría de estas actividades se sitúan geográficamente en el norte y en el altiplano de país. Su capital es de origen nacional y extranjero.
- b. *Productores en transición.* Ejidatarios y pequeños propietarios, con cierta capacidad productiva; algunos cuentan con superficies de

riego. Su producción está orientada al mercado interno y producen alimentos básicos. En general, no cuentan con una organización que les permitan acceder fácilmente a recursos tales como crédito, tecnología, canales de comercialización y capacidad administrativa.

- c. *Campesinos*. Productores marginales, minifundistas, localizados en zonas de temporal con pequeñas extensiones de tierra, sin infraestructura adecuada. Su producción es principalmente para el autoconsumo.

Es preciso señalar que, no obstante esta agrupación en tres categorías de productores, en el sector agrícola existe una gran heterogeneidad en los niveles de desarrollo económico de las unidades de producción y en su interior encontramos diferentes niveles de productividad<sup>4</sup>.

A partir de esta tipología, se analiza a continuación el papel que desempeñan los productores primarios en el cambio técnico.

*La agricultura empresarial* ha sido la que más ha empleado la tecnología necesaria para la producción "(...) Tienen una escala de explotación y acceso a los factores productivos adecuados y toman sus decisiones basadas en parámetros exclusivos de rentabilidad" (Piñeiro y Pomareda 1988). La utilización de semillas mejoradas, fertilizantes, pesticidas químicos y maquinaria es característica de este tipo de unidades de producción.

En lo que respecta a las condiciones de disposición e implementación de tecnología, debemos distinguir entre empresarios agrícolas transnacionales y los nacionales. Los primeros se instalan con la tecnología que requiere su proceso productivo y que fue creada en la casa matriz. En el caso de los empresarios nacionales, su acceso a los adelantos

---

<sup>4</sup> Entendemos por heterogeneidad estructural "una situación en que hay grandes diferencias de productividad y modernidad entre los sectores de actividad económica y dentro de ellos, pero a la vez existen complejas vinculaciones de intercambio, dominio y dependencia dentro de una estructura socioeconómica nacional" (Filippo y Jadue 1973).

técnicos se da fundamentalmente a través del mercado, por medio de la importación y transferencia de tecnología e incluso por modificaciones y adecuaciones en las técnicas realizadas en el país.

La apertura comercial, que se inicia a partir de 1986 con la entrada al Acuerdo General de Aranceles y Tarifas para el Comercio (GATT), ha constituido un reto importante para este tipo de empresas, en cuanto a que exige niveles de competitividad basados en calidad, pero fundamentalmente en costos.

Con el objeto de observar elementos más específicos de este proceso de cambio, hemos seleccionado la actividad de una organización regional de productores, por considerarla representativa de una actividad agrícola con características industriales.

Nos referimos a la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES), la cual se crea en 1932 por decreto del gobernador del estado y como respuesta al reparto agrario. Se trata de una organización regional que aglutina a 10 uniones con 25 mil productores y 250 mil hectáreas de riego; cuenta con un fondo para proyectos de investigación apoyado por una institución de financiamiento (Nacional Financiera). Así se crea la Fundación Sinaloa, cuya finalidad consiste en vincular a los productores con la oferta tecnológica, tanto de nuevos productos como de técnicas de proceso.

Con el objeto de dar mayor atención a sus agremiados han establecido una Unión de Crédito y una aseguradora propia. La solidez y amplitud de la actividad de esta organización también le permiten financiar proyectos al margen de ella, lo cual le da una importante influencia regional.

Los objetivos actuales de esta organización se orientan hacia mejorar las condiciones para la exportación de sus productos, haciéndolos más competitivos. Producen, como primeros productores nacionales, soya, arroz y cártamo; en segundo lugar trigo, y en tercero frijol, sorgo y caña de azúcar; estos productos son básicamente para el mercado interno. Además, según declaraciones del presidente de la organización, se

dedican también a la exportación de hortalizas; aportan más del 50% del volumen que México destina al mercado de Estados Unidos.<sup>5</sup>

Hay que destacar la importancia de las hortalizas. Para 1991, la producción aportó el 14.31% del valor de la producción nacional con una superficie agrícola de sólo 2.7%. Asimismo la horticultura constituye el 40% de las exportaciones agrícolas y da ocupación a 17.5% del total de la fuerza de trabajo agrícola. Es una producción que se ha destinado históricamente, entre 15 y 20%, a mercados externos, principalmente Estados Unidos, mientras que el mercado nacional capta la mayor parte. En las condiciones actuales, esta actividad es importante para conseguir divisas y para satisfacer necesidades internas.

Sin embargo, ante la apertura comercial cabe considerar la diferencia de productividad entre México y Estados Unidos, que es del orden de 43% superior en este último país. A pesar de que en México los rendimientos por hectárea se han incrementado en 10%, en Estados Unidos también se ha dado ese incremento en la misma proporción (Gómez Cruz *et al.* 1992). Esta es una de las razones por las que resulta más barato producir en Estados Unidos que en México. Además son más baratos el empaque, el transporte y la comercialización, ya que en México los costos de incrementan porque la exportación se realiza en las temporadas menos propicias, pero que son las de mayor demanda. De esta manera se pierden las ventajas comparativas en los costos directos del cultivo que tiene la actividad en México.

Al respecto habrá que observar que, al hablar de CAADES, nos referimos a una empresa exitosa que produce bienes básicos y, en el caso de las hortalizas, en general se trata de productos muy importantes dentro del volumen de exportaciones; sin embargo cabe preguntarse ¿en qué se basa el nivel de competitividad? y ¿quién define la tecnología a aplicar, los insumos a usar, etc.?

---

<sup>5</sup> Entrevista personal al Ing. Jorge Kondo López, presidente de la CAADES, en noviembre de 1992. Además se consultó "TLC y el nuevo artículo 27: virtuales desafíos a la eficiencia productiva: JKL", entrevista publicada en *Agronegocios*, junio de 1992, pp. 30-34.

Los alimentos que elabora la organización para el mercado compiten gracias a las políticas de precios que ha implementado el gobierno y no necesariamente porque tengan una alta productividad que les permita reducir costos. En el caso del frijol se han aumentado los precios de garantía en los últimos años favoreciendo a los productores; en el caso del sorgo, recientemente se ha establecido un subsidio para los productores por medio del funcionamiento del programa de Apoyos y Servicios a la Producción Agropecuaria (ASERCA), que busca igualar los "factores uncompensables", es decir, aquellos que expresan diferencias estructurales.

De esta forma, los productores han podido continuar su actividad en virtud de que el frijol es un bien básico tradicional, cultivo principal de ejidatarios y comuneros, que si no se produjera internamente generaría problemas de tipo social. Los productores de sorgo, debido a sus presiones organizadas, consiguieron el subsidio.

En lo que se refiere al segundo cuestionamiento, el desarrollo de esta organización ha generado un grupo dirigente que es el que define las decisiones y coordina a los productores sobre los cultivos, los métodos de producción y los mercados de destino.

Por otra parte, las hortalizas, como ya mencionábamos, tienen ventajas comparativas en los costos directos del cultivo, pero éstas se pierden al agregar los costos de empaque, transporte y comercialización que en Estados Unidos son más baratos que en México. Si observamos la calidad del producto habrá que mencionar que actualmente se están realizando estudios para aumentar su nivel de vida de anaquel; por ejemplo, en el caso del tomate en Estados Unidos existen mayores posibilidades de obtener más rápido estos resultados, ya que se han intensificado los experimentos al respecto. Esto le permitirá en corto plazo cubrir las demandas de su mercado aún en la temporada de invierno, en la que ellos no producen, con la consecuente reducción de las exportaciones mexicanas.

Sin embargo, es importante destacar que en México se ha estado desarrollando este tipo de investigación por empresas transnacionales vinculadas con productores nacionales y/o con instituciones o centros

de investigación del país. Es el caso de la empresa Calgene, Inc., ésta mantiene una relación muy estrecha con un agricultor de CAADES para realizar pruebas con material transgénico en tomate, en un terreno de buena calidad, cobrando regalías sobre los resultados de la producción. El agricultor receptor es un profesionalista con suficiente capacidad técnica para desarrollar y asimilar el paquete tecnológico y con poder suficiente para establecer una colaboración horizontal con una empresa de este tipo.

Esta forma de asociación puede ser una vía novedosa para adquirir tecnología por parte de grandes productores con una nueva cultura empresarial. Además, a pesar de que los resultados alcanzados con dichos ensayos, a nivel de la producción, son positivos, todavía tendrán que enfrentar problemas de comercialización, porque no ha sido liberado el consumo de estos tomates.

Un segundo ejemplo al respecto es la transmisión de tecnología por medio de la asociación entre la empresa Monsanto y el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) de Irapuato, Gto., con un proyecto de papas transgénicas.

Otra forma de adquirir tecnología es la venta directa a organizaciones de productores, como ha sucedido con la "hormona del crecimiento bovino", que permite un mayor rendimiento en la producción de leche. En este caso la empresa Monsanto ha distribuido su producto por medio de las organizaciones de ganaderos, facilitando a los usuarios la adquisición en el mercado. Estas formas de acceso a los adelantos tecnológicos generan beneficios a las empresas difusoras y a los productores receptores; sin embargo, las ventajas llegan solamente al grupo de grandes productores, en el corto plazo.

Sólo en el caso de las papas transgénicas, al estar relacionada la empresa trasnacional con un centro de investigación, se estima que la difusión será más rápida y las ventajas pueden ser aprovechadas por un mayor número de productores de diferentes escalas de producción.

**Productores en transición.** Estos representan actualmente, un grupo muy interesante a ser analizado, dada su capacidad para aumentar la productividad en el campo, por medio de un cambio tecnológico.

Gran parte de las políticas que el Estado ha implementado en el sector están orientadas a este grupo de agricultores, cuya propuesta fundamental es la asociación de inversionistas privados, ya sean nacionales o extranjeros, con productores de menores ingresos, con el fin de desarrollar plenamente su potencial y capitalizar las unidades de producción.

Una de las modalidades asociativas más importantes que se pretende impulsar en el campo es la Asociación en Participación. Por su carácter de prototipo representativo del esquema que surge de los cambios en la legislación agraria (tema que trataremos más adelante) y la estimación de que puede desarrollar su capacidad a partir de un cambio tecnológico, señalaremos sus características principales. Antes esas formas de asociación ya existían bajo circunstancias que permitían transgredir la actividad colectiva dada por el ejido y las comunidades agrarias; se expresaban en el rentismo, la aparcería, la agricultura de contrato, la agromaquila y los contratos de compraventa. Actualmente, con las reformas constitucionales se da una cobertura legal a esas asociaciones.

Los objetivos específicos de las asociaciones mencionadas, de acuerdo al FIRA (Fondos Instituidos en Relación con la Agricultura), son:

- ▶ Propiciar la complementariedad de recursos, experiencias y tecnología de los empresarios agropecuarios y los productores de bajos ingresos.
- ▶ Promover el cambio técnico.
- ▶ Fomentar la participación de los productores de bajos ingresos en los procesos de comercialización.
- ▶ Promover el desarrollo de la capacidad empresarial de los productores (FIRA 1987).

Hasta 1991 se contaba con 94 asociaciones en el orden nacional, de las cuales 43% se ubicaban en líneas de producción tales como la avicultura y la porcicultura y, en menor medida la floricultura.

En términos generales, el esquema financiero y organizativo que se ha adoptado es el siguiente:

- ▶ Las instituciones crediticias otorgan (con el aval solidario del empresario) crédito refaccionario al productor para cubrir el 100% de las inversiones en activos fijos, así como el crédito de avío para capital de trabajo.
- ▶ El productor aporta la tierra para construcción de instalaciones, la mano de obra, energía y agua.
- ▶ El empresario proporciona asesoría para la construcción de instalaciones, capacitación y asesoría en el proceso productivo, insumos a cuenta del crédito y garantiza la compra y comercialización del producto (Muñoz y Santoyo 1992).

Para ejemplificar este tipo de organización seleccionamos el proyecto agrícola de Vaquerías, por ser el primero que surge de la nueva política agrícola del Gobierno, en el que intervienen 336 ejidatarios, dedicados a la producción de básicos que, al asociarse con Promotora CERES, S.A. de C.V. (antes Gamesa), se constituyen en una empresa de grandes dimensiones. Desarrollo Integral del Campo Mexicano, A.C. (DICAMEX) es la asociación civil financiera que avala la tecnificación y la investigación en Vaquerías, no sólo con el otorgamiento de recursos sino también con su supervisión.

En términos de tecnificación, la organización de productores consiguió la compactación de tierras como un elemento importante para poder operar con altos niveles de mecanización, instalar un sistema moderno de riego por aspersión, regularizar la tenencia de la tierra por productor, sanear la cartera vencida de los agricultores y generar empleo para un cierto número de éstos.

En términos de la capitalización, cabe mencionar que el proyecto recibió un fuerte impulso por parte del Estado al subsidiar la inversión mediante el intercambio de deuda pública por capital mediante *swaps* y establecer un subsidio en el incremento de los precios de garantía, para igualar el nivel de los internacionales. De esta forma, a pesar de que se trata de productos básicos, considerados no rentables, se logró obtener altos beneficios de la inversión, a partir de la mayor tecnificación de las formas de producción y, sin duda, de manera muy importante, por el apoyo del Estado, por medio del subsidio.

Las Asociaciones en Participación, en el marco del Programa de Asociación de Empresario Agropecuarios con Productores de Bajos Ingresos, han sido impulsadas por los FIRA desde 1982. Las asociaciones que han tenido un mayor éxito son las que están ligadas a la actividad de las empresas avícolas por contrato con ejidatarios; en ellas se ha logrado una mayor rentabilidad por aumentos en la productividad. Estos aumentos han resultado del empleo de insumos y tecnología que define la empresa; el hecho de que la operación se realiza por trabajadores que son también socios o dueños de las instalaciones garantiza que tenga un mejor funcionamiento en el proceso productivo, lo cual determina los mayores niveles de productividad.

Las asociaciones obtienen créditos preferenciales por la banca de desarrollo. La capitalización y la tecnificación permite a las empresas atender actividades más relacionadas con los mercados, mejorando el empaque, la presentación e, incluso, innovando en procesos y productos. Finalmente, es en estas empresas en donde se han obtenido mejores resultados en las condiciones de producción, con la sola participación de empresarios y ejidatarios, sin los aportes sustanciales que el Estado ha hecho en el caso de Vaquerías.<sup>6</sup>

*Los campesinos.* Este grupo de productores no cuenta con capacidad productiva que le permita acceder al mercado; su producción, como ya se indicó, es de autoconsumo, por lo cual su incidencia en el cambio

---

<sup>6</sup> Información obtenida de los siguientes documentos: SARH 1990: 18 y anexos; Manrubio y Fontes 1991; 1991; 563-571; S/A 1992: 23-25.

técnico es prácticamente nula. A los productores ubicados en este grupo se les incorporó a un programa social denominado Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL), por medio del cual se les proporciona recursos orientados a las necesidades de sus procesos de producción; aunque realmente su utilización es más de apoyo al consumo que a la producción.

La intención de fondo es que este Programa, con el concurso de gobiernos estatales y dependencias federales, promueva un proceso de conversión productiva que abra nuevas perspectivas de desarrollo. Sin embargo, consideramos que los recursos destinados al proyecto, obtenidos por la venta de las empresas públicas al sector privado, no serán suficientes para lograr este objetivo que implica un largo plazo.

Cabe destacar que la crisis y las políticas de ajuste de los años ochenta, tanto como la apertura comercial que se enfrenta actualmente, inciden en la sociedad campesina y aceleran el proceso de transformación hacia la mayor marginalidad y empobrecimiento, lo cual se traduce en una mayor emigración de la población del campo hacia las ciudades del país y hacia Estados Unidos. Asimismo, la población que permanece en el campo obtiene su ingreso familiar mediante actividades de maquila y, en mayor proporción, por las aportaciones que hacen los familiares que están fuera de la parcela (De la Peña 1992). Si bien la producción para autoconsumo no es una parte importante del ingreso, permite a las familias campesinas mejores condiciones nutricionales.

*Agroindustrias.* Estas han tenido un papel importante para determinar la dinámica de crecimiento de la producción agropecuaria y su orientación. En una concepción amplia de agroindustria se incluyen las formas de articulación y vinculación que tiene la producción primaria con el resto de la economía; en ese sentido, consideramos dentro de este concepto a las empresas abastecedoras de insumos al sector primario y a las empresas que transforman los bienes agropecuarios en satisfactores.

En el grupo de *productores de insumos* existen empresas de diferentes tamaños y origen de capital. Las grandes empresas transnacionales tienen mejores posibilidades de llegar a los productores por su

capacidad de comercialización; son también las que localizan las necesidades en la producción, de acuerdo con las condiciones ambientales y geográficas del país. Al mismo tiempo son las transmisores de paquetes tecnológicos desarrollados en sus matrices, que no siempre corresponden a la dotación de recursos de las unidades productivas del país.

En México, hasta hace poco, habían funcionado grandes empresas con participación estatal, productoras de alimentos balanceados, fertilizantes y otros productos (Fertimex, que está en proceso de desaparición, y Albamex, que funcionó hasta 1991). Así, el retiro de la producción por parte de empresas del Estado, da lugar a una mayor concentración de la producción de estos bienes en las grandes empresas transnacionales, si bien participan también empresas de menor tamaño.

A continuación, con el fin de aportar elementos para el análisis del proceso de generación y transmisión de tecnología de este tipo de productores, tomaremos como ejemplo los resultados de las entrevistas realizadas a dos importantes compañías que producen materiales químicos para el campo: Química Hoechst de México, S.A. de C.V. y Du Pont, S.A. de C.V.

En el caso de Química Hoechst (de origen alemán), el ingeniero Francisco Soehlemann, Gerente de la División de Agricultura de esa compañía, nos explicaba que los procesos de investigación de nuevos materiales no se realizan en México debido a los elevados costos que implican, con frecuencia más de 50 mdd para un producto. Por eso, sólo la casa matriz realiza las investigaciones.

En los laboratorios de la casa matriz se desarrolla la molécula y se llevan a cabo los estudios básicos, toxicológicos y biológicos. Las aplicaciones prácticas se desarrollan en las instalaciones de las filiales en los diferentes países, sólo para aquellos productos para los cuales existen nichos de mercado. Cabe señalar que hoy las investigaciones que se realizan están dirigidas a resolver problemas muy concretos, a partir de las necesidades reales de producción.

En México, por ejemplo, Química Hoechst implementa programas de control de plagas algodoneras, de control del lirio acuático y de fomento al cultivo de trigo.

Una vez que los nuevos materiales llegan al país de destino, son probados, en término de su efectividad biológica, por las autoridades y la compañía de manera conjunta. Aprobado el uso y la comercialización del producto, es distribuido y comercializado en el campo.

Los sistemas de comercialización abarcan cierto nivel de asesoría al productor directo. La empresa envía a sus técnicos para instruir al productor en el uso del nuevo material, e incluso se capacita también al distribuidor local.

Desde el punto de vista del Ing. Soehleemann, la innovación en agroquímicos y los plaguicidas es de suma importancia, ya que debido al avance científico la obsolescencia de éstos es más rápida y es conveniente contar con productos sustitutos. Además, el nuevo énfasis en la problemática ecológica plantea la necesidad de encontrar nuevos productos que no destruyan el medio ambiente.

En el caso de Du Pont, se entrevistó al Ing. José Valdés, de la División Agrícola. La empresa es de origen estadounidense y las actividades de investigación y desarrollo las realiza también en su casa matriz. Practica la misma política que Química Hoechst para difundir su tecnología en otros países. A investigación se destina entre 11% y 14% de los ingresos de la empresa; genera su tecnología a partir de líneas de investigación determinadas por la competencia del negocio y por la detección de problemas específicos, dentro de un espíritu de protección al medio ambiente.

Debe destacarse que Du Pont tiene planes para llevar a cabo un proyecto de asociaciones de participación con productores del norte del país. Dado que esa modalidad es muy importante, consideramos que se debe dar seguimiento a ese proyecto. En el área de nuevos negocios, Du Pont intenta incursionar en la comercialización de alimento para ganado y material genético.

Una conclusión sobre las necesidades de obtención de tecnología, derivada de lo planeado hasta aquí, es que sólo las empresas transnacionales realizan investigación y desarrollo; las empresas nacionales, en general, no cuentan con la infraestructura, los recursos y el interés para realizar avances en la generación de innovaciones tecnológicas. Habitualmente, el empresario nacional ha sido poco innovador y se ha mantenido alejado de los proyectos que se realizan en los centros de investigación auspiciados por los gobiernos. Adquieren la tecnología por compra en el mercado, de lo cual muchas veces se derivan inadecuaciones que tardan en superarse, debido a la falta de personal capacitado para implementarla.

### **Organizaciones de primer nivel de los sectores privado y social**

En México los *productores privados* están concentrados en las siguientes organizaciones:

- ▶ La Confederación Nacional de la Pequeña Propiedad. Representa a dos millones de pequeños propietarios. Tiene 10 uniones nacionales en caña, café, trigo, sorgo, maíz, frijol, acuacultura y forestal, entre otras, y abarca el 33% de la superficie agrícola. Sus objetivos son aumentar la producción y la productividad de sus agremiados para competir en el mercado.
- ▶ La Confederación Nacional Ganadera. Aglutina a 66 uniones ganaderas regionales y 1 700 asociaciones locales. Sus proyectos productivos son la creación de uniones de crédito, la constitución de empacadoras y frigoríficos y otras empresas agroindustriales, así como también cooperativas de consumo. Su objetivo es aplicar métodos que aumenten la rentabilidad y participar en la regulación del mercado. Cabe destacar que 60% de la tierra que hay en el país se emplea en ganadería.
- ▶ Consejo Nacional Agropecuario. Es una organización relativamente nueva (1984); agrupa a 80 organismos, de los cuales 30 son organizaciones de productores por rama y 50 son agroindustrias. No tiene un proyecto común, ya que cada organismos elabora sus propios

proyectos. Sus objetivos son buscar mecanismos para aumentar la inversión en el campo y crear consejos estatales.

### ***El sector social en el campo***

El proceso de proletarización y de pauperización de la población campesina, agudizado en la última década por la falta de atención del Estado y la profundización de la desigualdad de los niveles productivos en el campo, ha inducido a la conformación de una gran variedad de organizaciones con diferentes matices ideológicos. Hacia 1989, la política de concertación del Estado llevó a convocar, por medio de la Confederación Nacional Campesina (CNC), la formación del Congreso Agrario Permanente (CAP), para constituir un foro plural y democrático que permitiera la discusión de las diferencias y controversias políticas. Desde el punto de vista del Estado, esa agrupación ha permitido establecer el consenso necesario para respaldar los cambios en la legislación agraria, la liberación de los precios, los cambios en la política de subsidios y en el nuevo proyecto de política económica hacia el exterior, que incluye la apertura comercial y la firma de Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá.

Para las organizaciones que participan el CAP, esta agrupación ha significado la posibilidad de participar en el nuevo proyecto, al pasar de la confrontación con el Estado a la concertación. Cabe destacar que el CAP logró integrar sólo a 11 de las 24 organizaciones reconocidas en el sector social. Asimismo, se observa un giro en los intereses principales hacia una dimensión de tipo económico.

En el sector social es muy importante considerar las organizaciones de segundo nivel: uniones de ejidos, uniones de crédito, asociaciones rurales de interés colectivo (ARIC) y cooperativas. Se trata de organizaciones de carácter económico que tienen como objetivo la obtención de crédito, la adquisición de insumos, el apoyo en infraestructura y la solicitud de tierra y su regularización. Poco más de la mitad de los productores han optado por participar en esas organizaciones. Dentro de todo el proceso de privatización, encontramos que éstas, junto con las asociaciones en participación, son las que promoverán las transformaciones.

Una conclusión general sobre las organizaciones de primer nivel de ambos sectores se refiere a su desempeño como grupos de presión, con el fin de incidir en las decisiones de política económica que tienen que ver con sus intereses.

Respecto a las organizaciones de segundo nivel en el sector social, encontramos que tienen una seria limitación en cuanto a su viabilidad, ya que ésta depende, fundamentalmente, de los apoyos del Estado.

## **El Estado**

Desde comienzos de los años ochenta, la política económica incluyó un serio ajuste del gasto público, la privatización de las empresas del Estado, la desregulación de la economía, la contención salarial y la liberación de las fuerzas del mercado como determinantes del comportamiento de la economía. En tal sentido, el Estado está transformando su papel en la sociedad; luego de ser el protagonista principal, hoy se intenta que permanezca en un carácter de promotor. En el caso particular de la agricultura, se retira de la producción de semillas y fertilizantes, de la asistencia técnica, y de la comercialización y manejo del crédito.

Además de definir en términos legales las nuevas condiciones para el campo, modificando el Artículo 27 de la Constitución Mexicana, que en su más elemental expresión se propone terminar con el reparto agrario y dotar de títulos de propiedad a los ejidatarios y comuneros, el interés del Estado es eliminar las restricciones de tipo institucional que frenaban la iniciativa de los productores. El programa de titulación pretende dar certidumbre a la tenencia de la tierra, dar libertad a los campesinos para elegir la mejor forma de organización para la producción, o bien la venta de sus tierras.

En su nuevo papel de promotor, el Estado creó dos organismos que pueden desempeñar una función de apoyo a los productores:

- ▶ Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). Tiene como función promover la asociación de los productores con

propietarios de infraestructura, al establecer en forma conjunta centros de acopio para el suministro, abasto y almacenado.

- ▶ El Sistema Integral de Comunicación al Sector Agropecuario, que proporciona información de los productos en materia de precios, oferta y demanda, tanto en el mercado nacional como en el internacional.

Todo ello tiene el propósito de crear certidumbre en el campo, con la finalidad de que, a su vez, repercuta en mayores inversiones y permita, sin perjuicio legal, que los pequeños propietarios ejidatarios puedan asociarse con la iniciativa privada; desde la perspectiva del Estado, eso permitirá compactar extensiones de tierra que, de permanecer atomizadas, no lograrían incorporar nuevos elementos que incidan en hacer más rentable la actividad productiva.

Sin duda, se enfrentan retos que implican riesgos, pero presentan también oportunidades; así, el Estado no debe renunciar a participar en la planeación de las actividades del sector, de tal manera que las políticas normativas, financieras, de impulso a la organización y capacitación y, como elemento muy importante, la orientación de recursos hacia la generación de una "masa crítica" capaz de crear tecnología y seleccionar, adaptar y asimilar los avances científicos, de acuerdo con las necesidades de la producción, hagan posible reducir la brecha tecnológica en las unidades de producción al interior del país. Eso, seguramente contribuirá a reducir la brecha tecnológica con el exterior.

### **Organizaciones de crédito**

El financiamiento es un agente fundamental de la dinámica del sector agropecuario. A pesar de ello, se ha convertido en una de las principales limitaciones para impulsar la modernización del sector.

En el campo, la institución financiera de mayor importancia había sido, hasta hace poco, el Banco Nacional de Crédito Rural (BANRURAL); éste, junto con la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA), fueron las instituciones que más contribuyeron a consolidar una de las

industrias más prósperas en el campo; la del siniestro, hecho que repercutió finalmente en la ineficiencia de las mismas. En términos estadísticos, la situación era la siguiente: para 1988, la proporción de recuperaciones vía seguro y transferencias de recursos fiscales, representó 51% y 35% de los ingresos totales de BANRURAL respectivamente. La acumulación de carteras vencidas ascendió a más de tres billones de pesos.<sup>7</sup>

Como parte de la política modernizadora del campo, se ha puesto en marcha la reestructuración de BANRURAL y la conversión de ANAGSA en AGROASEMEX.

En el caso de la nueva aseguradora (AGROASEMEX), se pretende dar un servicio técnico que promueva la transferencia de funciones y la autogestión de las organizaciones de productores; además, abrirá espacios a la participación de aseguradoras privadas.

En BANRURAL, el proceso de reestructuración tiene como objetivo hacer más eficaz la concesión del crédito, así como fomentar las capacidades de decisión en cuanto a tecnología y comercialización por parte de los productores, ya que anteriormente era el propio banco que, a partir del otorgamiento del crédito, adquiría y suministraba los insumos, la maquinaria y equipo, por cuenta de los acreditados; intervenía en la comercialización de los productos e incluso tenía una participación determinante en la asistencia técnica.

Uno de los elementos más importantes de esta reestructuración es que se efectuó una reclasificación de los sujetos de crédito y dejó fuera a quienes no estaban en condiciones de pagar las obligaciones pactadas.

Sin embargo, a pesar de esa serie de cambios, el crédito que pueda otorgar BANRURAL no será suficiente para cubrir las necesidades de la transformación en la agricultura. Al respecto, funcionarios relacionados con el sector han convocado a las instituciones privadas de crédito para

---

<sup>7</sup> Intervención de Jaime de la Mora, Director General de BANRURAL, en el Seminario sobre Administración Pública para el Sector Agropecuario en el Contexto de la Modernización (De la Mora 1992).

financiar proyectos agropecuarios. Pero la respuesta ha sido prácticamente nula, debido, entre otras cosas, a que los proyectos agrícolas presentan un riesgo superior al de otras actividades de la economía, y sólo serán sujetos de financiamiento los cultivos rentables; es decir, los orientados a la exportación.

En cuanto a la inversión extranjera, tampoco parece ser capaz de subsanar esta falta de recursos: "(...) los inversionistas extranjeros están interesados en México por su mercado más que para producir aquí (...). Mientras que en el período 1989-1991 había 125.4 mdd en inversión extranjera directa en el sector agropecuario, únicamente en 1991 México importó 2 900 mdd de productos agrícolas de Estados Unidos" (Bardacke 1992).

Es probable que los grandes productores, que han exportado durante años, no sean afectados por esta contracción del financiamiento, ya que cuentan con recursos propios internos para sobrevivir durante tiempos de escasez de créditos. Tampoco los más pobres serán muy afectados, porque ya se señaló que no serán sujetos de crédito, a menos que cuentan con cierta capacidad productiva; más bien serán incluidos en los programas sociales que implemente el Gobierno. Son los productores de los estratos medios quienes tendrán más dificultades para adquirir financiamiento.

Una opinión que se ha impulsado para hacer frente a la falta de recursos en este tipo de unidades de producción es la de las Uniones de Crédito, en las cuales varios productores se agrupan para aportar una cierta cantidad de dinero con el propósito de autofinanciarse. Sin embargo, habría que preguntarse si esta opción es capitalizable, si se considera que la mayoría de estos agricultores, si bien han estado ligados al mercado interno, no cuentan con ingresos lo suficientemente amplios como para permitir grandes cantidades de ahorro.

Por lo demás, consideramos que las instituciones de crédito no deben ser sustituidas en su función por otro tipo de agentes, y que el Estado, en su nuevo papel de regulador de la actividad económica, debe también normar las políticas y la orientación del crédito hacia los diversos sectores de la producción del país.

**Institutos y centros de investigación, de capacitación y de educación superior**

La forma en que la tecnología se ha incorporado en los procesos productivos ha sido terminada por tres factores:

- a) El progreso técnico a nivel mundial ha estado ligado con una mayor influencia de los países industrializados en los países de desarrollo tardío; esa situación se ve favorecida con el desarrollo de las comunicaciones.
- b) Al mismo tiempo, la tecnología guarda una estrecha relación con la estructura productiva que surge del proceso de industrialización, en la cual tienen especial importancia el capital extranjero y el Estado. Este último como determinante y ejecutor de políticas mediante sus propias intervenciones y por medio de sus organismos específicos.

En México, esos comportamientos dan lugar a una estructura productiva polarizada en un sector comercial con mayor rentabilidad y de mayor tecnificación relativa, y a un sector campesino con baja productividad en sus actividades, atrasado y con poco o nulo acceso a tecnologías.

- c) Existe poca vinculación entre el sector de investigación y estudios superiores con el sector productivo; el primero tiene poca capacidad para captar las demandas de tecnología surgidas de necesidades reales. En el caso de los productores se ha tenido poco interés por recurrir a los centros generadores de tecnología en el país, en virtud de que ésta se puede adquirir "sin riesgos" por medio de la compra de equipo, de semilla mejorada, de fertilizantes, pesticidas, plaguicidas, etc. Estos bienes se encuentran en el mercado, ya sea en las distribuidoras nacionales o en los mercados internacionales. Además, ha existido una fuerte influencia de los avances científico-tecnológicos de Estados Unidos en la formación de los profesionistas agrónomos.

Por lo tanto, se presentan tres consecuencias que retroalimentan el proceso de producción y reproducción de las condiciones de funcionamiento de la actividad agropecuaria:

- ▶ Se importa tecnología generada por naciones desarrolladas que responde a realidades sociales diferentes a las del país receptor, de tal manera que con la transferencia se obtienen también elementos culturales exógenos.
- ▶ Resulta una articulación perversa entre la estructura productiva, la desigual distribución del ingreso y la composición de la demanda. Esto determina que se produzcan más bienes para el consumo de la población de mayores ingresos (Arroyo 1988).
- ▶ Se crea un grupo reducido de unidades económicas grandes e intensivas en capital, en las que se concentra el mayor volumen de producción. En el campo, esos procesos se caracterizan por la presencia de empresas agrícolas de gran tamaño, que emplean maquinaria y permiten obtener altos rendimientos por trabajador.

Todos esos elementos tienen como punto de partida el paradigma tecnológico estadounidense, que define a las unidades económicas de gran tamaño como las más eficientes. Eso pudo ser así en las condiciones de un mercado protegido, en el cual el productor no tenía que preocuparse por los costos, porque sus efectos simplemente se trasladaban a los precios.

Debe agregarse que la selección de bienes a producir se hace también conforme a ese paradigma, ya que se define por la demanda de población de altos y medianos ingresos. En vista de que esa demanda es reducida, la alta capacidad productiva de las grandes unidades económicas se hace más costosa por su utilización limitada. Al considerar la relación costo-beneficio encontramos que estas formas de producción han sido ineficientes y actualmente no son competitivas. De acuerdo con esa lógica de análisis, las unidades pequeñas podrían resultar más eficientes.

Otro elemento más que ha actuado en este proceso de generación de tecnología endógena ha sido el Estado, por medio de sus organismos de investigación y de la política de ciencia y tecnología.

Las instituciones de investigación auspiciadas por el Estado contribuyen de hecho a incorporar a nuevos agentes sociales en el campo de la actividad tecnológica; ellos tienen sus propias propuestas y proyectos en virtud de su escasa vinculación con el sector productivo y la problemática social.

Respecto a la política de ciencia y tecnología, si bien se presentaron programas indicativos, como en el caso de México, donde existe incluso un organismo dedicado a esta función (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT), en realidad las decisiones sobre esta problemática se han tomado a partir de intereses que favorecen la industrialización sin restricciones y sin considerar a otros grupos sociales. De ahí el efecto depredador que ha tenido el empleo de técnicas que corresponden a la realidad de otros países e incluso de las que han sido rechazadas en ellos, las cuales no consideran los costos sociales y los daños al medio ambiente.

En tal sentido, sólo mencionaremos una evidencia empírica, a partir de la llamada "ganaderización" de la agricultura en México en los años setenta. El proceso de urbanización y el aumento en los ingresos de las clases medias propiciaron una mayor demanda de productos de origen animal. El impulso que este fenómeno tuvo en la ganadería lechera, por ejemplo, fue importante.

El crecimiento se dio en dos formas de explotación: la intensiva y la extensiva. La primera, al apoyarse en un paquete tecnológico que demanda insumos de importación, derivó en un aumento en la producción pero también en los costos. Además, ese paquete tecnológico incluye alimentación para el ganado con forrajes y granos, con fomento de su producción en el interior, lo cual tuvo efectos en el cambio de cultivos básicos para la alimentación humana por cultivos para la alimentación animal; finalmente, esos cambios se traducen en producción para el consumo de población de bajos ingresos *versus* producción para el consumo de población de mayores ingresos.

En el caso de la ganadería extensiva, su crecimiento dio lugar a una depredación en la selva tropical de carácter irreversible.

Todos estos elementos surgen en una situación que no es fácil de superar en el área de ciencia y tecnología. Ya hemos mencionado que la crisis económica, las políticas de ajuste y la política neoliberal han sido los elementos de impulso o limitación al comportamiento de los agentes; en este caso cabe destacar cómo se redujo el gasto ejercido en ciencia y tecnología. En la última década pasa de 0.43% respecto al PIB en 1980 a 0.27% en 1989. A partir de 1990, si bien se inicia una recuperación, fue muy pequeña, de 0.30% del PIB en ese año; se estima que en 1992 será de 0.38% del PIB, de modo que no llega todavía a los niveles de 1980.

Si tomamos en cuenta que el número de proyectos de investigación científica aumentó en los últimos cinco años y los proyectos de desarrollo tecnológico han mantenido cierta estabilidad (aunque aumentaron en cierta proporción en servicios y asistencia técnica e ingeniería), podemos deducir que los recursos por proyecto, en promedio disminuyeron. Sin embargo, ésta no puede ser una afirmación definitiva; seguramente se presenta una desigual distribución de los recursos.

Por otra parte, los proyectos y acciones de desarrollo científico y tecnológico para el sector agropecuario y forestal son operados por las siguientes instituciones: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), el Colegio de Posgraduados (CP) y la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN).

El INIFAP depende de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH); es la institución que tiene actualmente el mayor número de proyectos para el desarrollo agropecuario y forestal (4 904 proyectos). Sin embargo, su actividad se ha reducido a partir de 1986, año en que habían alcanzado a operar 9 765 proyectos.

En formación de recursos humanos habrá que considerar, además de la participación de la UACH, CP y UAAAN, al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEG). En el período de

1980-1992, sólo la UACH y el CP han conseguido ampliar su actividad en esta área; la UAAAN y el CSAEG presentan una disminución en la matrícula.

Existen otros organismos que actúan como agentes del cambio. Uno de estos es una organización dependiente de la SARH, que se dedica a la capacitación de productores agropecuarios; se trata del Instituto Nacional de Capacitación Rural (INCA Rural), que en los últimos dos años ha estado orientando directamente la capacitación de los productores y no de los líderes de organizaciones, como se hacía en el pasado. Además, el contenido de la capacitación enfatiza el manejo empresarial.

Las Organizaciones no Gubernamentales (ONG) se han destacado, también, en los últimos años. Han participado con asesoría técnica, organizativa, en comercialización e incluso en financiamiento.

En la actualidad, se mantiene en el proyecto de modernización del sector agropecuario mexicano la misma inclinación por el paradigma tecnológico estadounidense; por ello es de suma importancia avanzar en el conocimiento de las prioridades de investigación, en el de las características de los planes de estudios y en el de la ubicación de los egresados. Asimismo, se debe observar si corresponden a las necesidades sociales y las de la producción, a fin de evaluar y revalorar lo interno para poder tener capacidad de autodeterminación científica y tecnológica (Corona 1991) y contar con un manejo apropiado de la tecnología.

Cabe destacar que en las entrevistas realizadas con académicos de algunas de las dependencias mencionadas, se anota la necesidad de una mayor vinculación de esas instituciones con la producción y, muy especialmente, con los pequeños y medianos productores de potencial productivo, para definir las prioridades de la investigación. También se apunta la necesidad de avanzar en cuanto a la experimentación directa y el desarrollo de tecnologías en la unidad de producción, lo cual permite obtener una difusión directa de la tecnología.

Además, se opinó que los proyectos y acciones de capacitación, de financiamiento y otras que realice el Estado deben tener seguimiento por

parte de un sólo organismo, para poder concentrar el conocimiento y derivar de ahí las políticas más adecuadas.

## **FACTORES QUE INCIDEN EN EL CAMBIO TECNICO EN LA AGRICULTURA**

El proceso de innovación tecnológica en la agricultura de la Región está asociado a una serie de dimensiones estructurales y a la forma como éstas determinan las vinculaciones de cada situación de producción con el conjunto de la sociedad y el Estado (Piñeiro y Trigo 1983a).

A partir del análisis de la literatura y de las entrevistas realizadas con diversos agentes del cambio técnico en la agricultura mexicana, presentamos una propuesta sobre las dimensiones que serán determinantes en el desempeño tecnológico de este sector en América Latina.

### **Organización**

Piñeiro y Trigo conciben al tipo de unidad de producción como la dimensión estructural más importante, pues a través de ella "se definen la organización del sector; el grado y forma del control de los recursos productivos; el tipo de relaciones de producción predominantes; e indirectamente, una forma de distribución del excedente dentro del sector productor" (Piñeiro y Trigo 1983).

Para dar mayor efectividad a esta dimensión como herramienta de análisis, pensamos que al analizar el tipo de unidad hay que introducir explícitamente el estudio de la forma de organización. Es definitivamente el patrón que adoptan las relaciones intra e interinstitucionales lo que orienta el cambio y el desempeño tecnológico de la unidad de producción.

De hecho, en los casos de agricultura comercial más exitosos de la Región ha podido constatarse la existencia de complejos sistemas de relaciones entre productores. Tomemos simplemente como ejemplo a la CAADES, la cual coordina a los productores para decidir qué debe sembrarse, qué mercados deben ser enfocados, qué fertilizantes usar,

a quién puede solicitarse asistencia técnica y qué proyectos de desarrollo tecnológico emprender.

En el caso de los pequeños productores, la participación en modelos asociativos tales como cooperativas, grupos de productores o las nuevas asociaciones en participación son, tal vez, la única forma de superar las barreras basadas en su reducido tamaño. Con una mejor organización se podrá acceder al crédito, la tecnología y los canales de comercialización, necesarios para que los pequeños productores participen efectivamente en el sector.

Desde luego, es muy importante mencionar que el buen funcionamiento de los diversos esquemas organizacionales que influyen en la estructura de la unidad de producción depende en gran medida de un recurso escaso en el agro latinoamericano: el talento gerencial.

En el caso de México, por ejemplo, una iniciativa impulsada en los años setenta, la creación de Asociaciones Rurales de Interés Colectivo (ARIC), fracasó en la mayor parte de los casos porque las presiones y disputas políticas estuvieron por encima de la buena administración. Sin embargo, hay casos exitosos de ARIC, en los que se decidió contratar a gerentes profesionales, que no tenían intereses ligados a alguno de los socios, y que dotaron a esas asociaciones de la visión de mercado y la capacidad de coordinación y control administrativo que constituyen un prerrequisito para el desempeño adecuado.

### **El entorno de la unidad de producción**

El objeto de este trabajo es analizar los aspectos relacionados con el cambio técnico a nivel de la unidad económica. Sin embargo, no puede hacerse un esquema metodológico válido sin prestar atención al entorno en el que desempeña dicha unidad y el propio sector.

Comencemos por destacar las políticas macroeconómicas y sectoriales fijadas por los gobiernos y que desempeñan un papel decisivo en la transformación. Sin duda, es el aspecto de política que más profundas implicaciones puede tener en el rumbo que adopte la producción agropecuaria en la política de apertura comercial. Se piensa que con los

imperativos de competitividad que presenta el modelo de libre comercio, las unidades de producción deberán tomar conciencia de los retos y buscar métodos más innovadores, nuevas formas de organización, mejores canales de comercialización, tecnologías más avanzadas, todo ello en forma simple y espontánea.

Acompañando a este modelo, se da un fenómeno de retirada del Estado en la provisión de insumos, asistencia técnica, crédito preferencial y capacitación. Esto deja "libres" a los productores para decidir que tipo de producción realizarán.

Sin embargo, las condiciones para disfrutar esa libertad no son homogéneas. La situación de partida tampoco es precisamente promisoría. A pesar de esto, no tiene mucho sentido dedicar nuestros esfuerzos a explicar por qué lo que es no debiera ser. Tenemos un enorme reto: encontrar caminos viables de inserción en este nuevo esquema económico que, al menos, minimicen los efectos negativos.

Otro elemento del entorno que puede tener una influencia decisiva, desde luego acorde con la política económica dominante, es el contexto jurídico en el que se desempeña el sector. Los aspectos jurídicos se ajustan rápidamente a la nueva corriente de privatización.

Tomemos nuevamente el ejemplo de México, donde recientemente se ha aprobado una nueva legislación agraria que abre opciones al desarrollo de las formas constitucionales históricas de propiedad de la tierra: el ejido, la comunidad y la pequeña propiedad. En esencia, esta nueva legislación pone fin a la intervención estatal en la vida interna en los ejidos y comunidades, y libera a estos productores para decidir sobre el uso y la eventual enajenación de las parcelas, así como también sobre el tipo de organización económica de los núcleos agrarios en los que deseen participar.

En opinión de los empresarios encuestados, esta medida que permite la apropiación de la tierra, será el suceso más trascendente para el desarrollo agropecuario del país. Es todavía muy pronto para inferir si ésta medida será positiva o negativa. Lo que es seguro es que las implicaciones serán profundas: los pequeños propietarios de buenas tierras

ya realizan negocios aprovechando esta nueva condición. La pregunta que surge es si los campesinos que ahora poseen tierras pobres podrán encontrar formas de integración a esta nueva corriente.

Pero no sólo debemos hablar de la privatización de la tierra; también el conocimiento y la tecnología agropecuaria están ahora sujetos a títulos de propiedad industrial. En América Latina prevaleció durante mucho tiempo la exclusión para la patentabilidad de numerosas invenciones relacionadas con la agricultura: variedades de plantas, fertilizantes, agroquímicos y desarrollos biotecnológicos. Hoy esta condición ya no existe en varios países de la Región y la tendencia es armonizar la nueva legislación en la materia. Así, en países como México, Chile y los del Pacto Andino, ya es posible patentar esas innovaciones.

Para la mayoría de los países del ALC la protección patentaria restringirá aún más su limitado acceso a conocimientos avanzados, como la biotecnología; beneficiará a las grandes empresas multinacionales, controladoras de la innovación, y a grupos reducidos de productores con acceso a recursos de investigación y al mercado internacional de tecnología.

Otro aspecto contextual que deseamos resaltar es el relacionado con la protección del ambiente. Las legislaciones ambientales se vuelven cada vez más estrictas. Pero no sólo las leyes están cambiando, afortunadamente también la conciencia ecológica avanza. Ambos hechos tienen repercusiones sobre las demandas para el desarrollo e implantación de tecnologías agropecuarias. El famoso conjunto de paquetes tecnológicos de la Revolución Verde no puede ya ser adoptado indiscriminadamente. Las nuevas tecnologías tendrán que remediar el deterioro ambiental ya generado.

Finalmente, el factor contextual más difícil: el entorno social. La gran pregunta es si el cambio tecnológico podrá incrementar las oportunidades de empleo, las ganancias netas de divisas y los ingresos rurales con una distribución equitativa, tanto por sus efectos en la producción agropecuaria como en su articulación intersectorial.

Dejar toda la responsabilidad de una tarea de esas dimensiones a la tecnología es un poco injusto. Hay muchos factores políticos y macroeconómicos que desempeñan un papel aún más importante. Sin embargo, deberán encontrarse mecanismos de incorporación de productores con escasos recursos a ciertos avances tecnológicos.

En años pasados cobró singular auge el enfoque de la tecnología apropiada. Más recientemente apareció la idea del *blending*, una mezcla de tecnologías avanzadas con otras tradicionales. Ambos enfoques han tenido un éxito bastante limitado, pues no han encarado globalmente el problema. No basta generar soluciones sencillas; además tendrán que ser rentables. La lógica económica actual no admite ineficiencia; por ello, si se pretende actuar sobre los problemas sociales, las soluciones necesariamente tendrán que responder al criterio de aumentar globalmente la productividad.

### La tecnología

Los avances en la tecnología desempeñan un papel relevante en el aumento de la producción y la productividad agropecuaria. Sin duda, se requiere mejorar el acceso de las unidades económicas a la tecnología, pero hay que tomar en cuenta que el mercado tecnológico es muy imperfecto. Por un lado, cada vez hay más control propietario sobre los conocimientos y, por ende, las opciones tecnológicas no siempre se encuentran disponibles. Por otro lado, la propia debilidad tecnológica de los productores hace que sus demandas presenten serias limitaciones. Pocos productores tienen claras sus necesidades tecnológicas y no saben con precisión a quién podrían recurrir para encontrar soluciones que las satisfagan. En esas condiciones, encontramos un serio problema de transferencia de tecnología.

En primer término, comentaremos algunos problemas de la transferencia horizontal de tecnología (del investigador al productor). En el sector industrial, la utilización de resultados de investigación es un problema complejo, cuya solución radica en encontrar medios para una producción rentable en el caso de una empresa. Tanto el innovador como el empresario y el consumidor normalmente tienen una idea del resultado que puede tener la tecnología y, si hay acuerdo, puede hacerse

una transferencia exitosa. Los beneficios de la innovación son previsible y la cultura de los involucrados en el proceso no es tan disímil.

En la investigación agrícola, la situación es mucho más complicada. "Las grandes diferencias en la dotación de recursos (suelo y agua) hacen que las ventajas de la innovación sean variables. Adicionalmente, se tiene un rango enorme de características socioeconómicas que influyen el comportamiento de la investigación y los usuarios" (Nath y Misra 1992). Los usuarios de la tecnología pueden ser miles y toman sus decisiones de elección tecnológica guiados por la tradición, el tamaño de la granja, su educación, su relación con el mercado y su propensión al riesgo. Además, no se cuenta con mucha información sobre su comportamiento.

En esas condiciones, la transferencia de tecnología tiene que responder a la necesidad de construir redes entre instituciones con culturas en conflicto. El proceso de investigación agrícola tiene que revisarse y pasar al menos por las siguientes cuatro fases (Nath y Misra 1992):

- 1) Formular una pregunta válida: Proyecto de investigación
- 2) Desarrollar una solución científica válida: Opción tecnológica
- 3) Probar la efectividad en relación con el costo social: Prueba de campo
- 4) Aceptación social: Práctica en la granja.

Para trabajar en este complejo proceso, hay que superar una barrera: los investigadores agrícolas rara vez están al tanto de lo que sucede en otras disciplinas que influyen en el desempeño del agro. Tiene que encontrarse la forma de generar grupos interdisciplinarios de investigación que puedan generar opciones para toda la cadena productiva.

Otro elemento esencial que debe ser revisado es el de los mecanismos de extensión agrícola. En algunos círculos se afirma que si el desarrollo tecnológico en la agricultura se encuentra "empantanado" es porque el sistema de extensión se ha convertido en un cuello de botella.

Se requiere una evaluación, en primer lugar de la educación de extensionistas y también del propio sistema. Hay que desarrollar sistemas más efectivos de comunicación y constituir redes; el mayor problema que tendremos que encarar es cómo diseñar un sistema de extensión efectivo en un marco de privatización.

Los gobiernos están retirando su apoyo a estos sistemas y la alternativa propuesta es generar ahora redes de consultores agrícolas. Estos consultores funcionarán en la medida en que haya una demanda efectiva y una posibilidad de que organizaciones no gubernamentales, con apoyo de organismos internacionales, cubran los huecos que sin duda quedarán en el sistema.

La otra problemática que debe encararse es cómo acceder a tecnologías avanzadas. En el sector agropecuario en general, el principal mecanismo de adquisición de tecnología es la adquisición de insumos y maquinaria. De ahí la importancia de contemplar en cualquier modelo de promoción tecnológica el diseño de instrumentos para fomentar el avance de empresas proveedoras del sector agropecuario. Sería casi suicida dejar todo en manos de las corporaciones multinacionales, pues ellas actuarán muy efectivamente en aquellas áreas que resulten atractivas para su centro de decisiones y no necesariamente de acuerdo con las necesidades de la mayoría de los productores.

Por otro lado, existen necesidades para las que se requiere obtener tecnología avanzada de los líderes internacionales. Parece que sólo los productores con muchos recursos pueden participar en esta modalidad. Así, cuando se tiene poder económico, mercado y una base técnica propia adecuada, se puede negociar el acceso a las tecnologías de punta.

Nuevamente, tomaremos el ejemplo de un importante productor y exportador de tomate, socio de CAADES, que realizó un acuerdo con la compañía Calgene para ser el primero en probar una variedad de tomate transgénico con maduración retardada. Así, ofreciendo a la empresa dueña de la tecnología una opinión que la beneficia, se accede a estos avances con ventaja sobre los competidores.

Esos productores poderosos también realizan importantes proyectos de investigación contratada con centros de IyD nacionales y extranjeros. La CAADES firmó un contrato de investigación con el Instituto Weizmann de Israel. La Asociación Nacional de Productores de Hortalizas desarrolla un proyecto de investigación en el CINVESTAV- Irapuato, el mejor centro de biotecnología vegetal de México, para desarrollar variedades resistentes a virus, todo con el apoyo de CONACYT. Esto pone en evidencia que las acciones concertadas intersectoriales pueden funcionar. Sólo se requiere la voluntad de innovar y capacidad de gestión.

Creemos importante, de cualquier manera, subrayar que la innovación tecnológica en el sector agrícola debe dirigirse a transformar los cuatro tipos de tecnología que la integran –mecánica, química, biológica y agronómica (Lynam 1983)– y tratar de actuar sobre los segmentos más susceptibles de generar mejoras en las ventajas competitivas. Además, no hay que perder de vista el concepto de la teoría evolutiva relacionada con el aprendizaje y la innovación gradual, a partir de las rutinas organizacionales.

Para finalizar esta sección, y retomando el último punto, presentamos una experiencia interesante sobre la posibilidad de capitalizar estas rutinas. En 1991, el Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM realizó un proyecto de consultoría para la Asociación Ejidal "Emiliano Zapata", con financiamiento de PRONASOL.

El objeto del proyecto fue realizar un diagnóstico tecnológico de la producción de resinas por la Asociación. Sorprendentemente, se comprobó que el nivel de la producción y la calidad de las resinas eran sumamente competitivos, con equipos más bien rudimentarios. Los problemas principales radicaban en la organización interna (contabilidad, manejo de inventarios, administración de la producción), la explotación del bosque (árboles enfermos, "sangrado" inadecuado y deficiente administración del recurso) y poca percepción de las posibilidades de mercado de su producto e, inclusive, de la diversificación (los productores casi se consideraban fuera del mercado, cuando en realidad su producto y derivados tienen una demanda muy alta).

El CIT hizo una revisión integral de las operaciones de la empresa, e inclusive algunas recomendaciones para implantar procesos químicos, sumamente sencillos, que permitieran generar productos de mucho mayor valor agregado. Aquí observamos un caso de interacción exitosa entre un órgano de gobierno, la universidad y pequeños productores sin recursos. El secreto ha sido mejorar la organización y trazar una estrategia de pequeñas innovaciones a partir de la base existente.

### **Sistemas de producción y gestión en la unidad económica**

Con frecuencia, los analistas del desarrollo agrícola concentran sus esfuerzos en estudiar los factores exógenos tales como mercados, políticas macroeconómicas y adquisición de tecnologías, y restan importancia al potencial administrativo y laboral de la propia empresa.

Lo que se requiere en muchas explotaciones agrícolas para aumentar la productividad, la calidad de los productos y las posibilidades de comercialización es simplemente mejorar los sistemas logísticos, los contratos administrativos y la tecnología de operación.

Es cierto que con esos cambios internos no se logran enormes saltos tecnológicos, pero las mejoras en el desempeño sentarán la base para que la unidad productora incursione en proyectos más ambiciosos, con una definición más clara de las metas y de la forma de alcanzarlas.

### **Financiamiento**

No es necesario insistir demasiado sobre la importancia para la innovación tecnológica de sistemas de financiamiento sólidos, creativos y con propensión al riesgo. En países tecnológicamente avanzados, estos sistemas de financiamiento no sólo contemplan la provisión de créditos preferenciales y esquemas de capital de riesgo, sino que se complementan con subsidios e incentivos fiscales. En el caso de los países de ALC, los sistemas de financiamiento han tenido una actitud tímida y renuente al riesgo. En su mayoría, no rebasan los esquemas tradicionales. Además, con las nuevas políticas económicas, el Estado retira prácticamente todo el subsidio directo y el que se canalizaba indirectamente mediante tasas de intereses y exenciones fiscales.

En México, por ejemplo, el "nuevo modelo" sugiere a los productores que organicen uniones de crédito para sustituir las estrecheces en el financiamiento bancario. La idea es muy buena, pero obviamente depende de que los socios de la unión tengan los recursos para juntar un fondo o bien negociar en bloque la constitución de fondos garantizados por entidades financieras. Puede inferirse fácilmente que se trata de una opción para el productor que no necesita el crédito.

Esta es una deficiencia estructural que debe ser encarada con una actitud diferente. Los requerimientos financieros de la innovación son cambiantes en función del ciclo de vida. Los retornos son a mediano, o más bien, a largo plazo (Adam y Farber 1990). Los productores no deben dejar de presionar al Estado para que se diseñe una respuesta positiva a la escasez de financiamiento.

### **Información**

La adecuada toma de decisiones para el avance de cualquier unidad de producción requiere que exista un adecuado nivel de información sobre las alternativas tecnológicas y las dimensiones del mercado (oferta, demanda y precios). En los países de ALC, los empresarios y productores viven, en general, muy al margen de los recursos de información a su alcance; muchos no saben que existen, otros no perciben sus beneficios.

Se requiere entonces que agentes privados, públicos y gremiales asuman el compromiso de promover una "cultura de la información"; de no suceder así, los productores seguirán dejando pasar oportunidades y, lo que es aún más grave, continuarán tratando de reaccionar ante las amenazas cuando ya es muy tarde.

### **Comercialización**

Para concretar las aspiraciones de competitividad de cualquier empresa, evidentemente se requiere un acceso preferencial, oportuno y expedito a canales de comercialización, los cuales se estructuran, no simplemente mediante mecanismos de distribución, sino mediante un complejo sistema logístico de redes de transporte, manejo de materiales,

almacenamiento y comunicación con el cliente, así como con aporte de valor al producto con el cumplimiento de requisitos de embalaje, envase y presentación (Solleiro 1992).

La creación de mercados es fundamental para el éxito de cualquier esfuerzo de transformación en el sector agropecuario, sobre todo si se tiene en cuenta que la competencia en los mercados internacionales, acompañada por las políticas de libre comercio, crece a medida que más países se dedican a promover las exportaciones.

Por lo anterior, los productores, ya sea individualmente o por medio de asociaciones y alianzas, deberán enfrentar el reto de establecer interrelaciones entre la logística interna, la externa y sus métodos de producción para generar nuevas opciones de entrada a los mercados.

En el largo plazo, la diversificación de los mercados de exportación es esencial. Pero dicha expansión no es posible sin el transporte y la infraestructura apropiados, razón por la cual los productores deberán trabajar con el sector público para mejorar esas condiciones.

Por otro lado, un factor esencial para establecer una estrategia de comercialización es generar las condiciones para responder a requerimientos de calidad en continua evolución. Esto demanda que se cumplan con restricciones fitosanitarias, con normas de calidad y, además, que se pueda presentar el producto en la forma en que el mercado lo demanda. Esto último permite, además, generar mayor valor agregado y vender a un precio mejor.

### **Cultura empresarial**

Sin duda, todos los planteamientos expresados en las secciones anteriores carecen de sentido si no se puede actuar sobre una transformación, al menos paulatina, de la tradicional cultura del agricultor.

El riesgo y la incertidumbre son aspectos íntimamente relacionados con la agricultura y la innovación tecnológica. Al respecto, el primer paso que hay que dar es presionar al sector público para que se diseñen

incentivos reales, quizás temporales, que contribuyan a lograr una actitud más propensa a tomar el riesgo de la innovación.

En un estudio reciente con pequeñas empresas agrobiotecnológicas, se identificaron algunos elementos importantes para la constitución de una cultura empresarial apta para enfrentar el cambio tecnológico (Solleiro 1992).

El primer elemento, y tal vez el más importante, que incidirá en esta transformación es la capacitación de recursos humanos, entendida no sólo como la transmisión de habilidades sino como un proceso capaz de generar cambios de actitudes.

También es esencial, en las condiciones de globalización creciente de la economía, que la unidad de producción tenga una actividad más extrovertida ante las relaciones estratégicas con el entorno económico, social y político. La empresa agrícola no puede tener viabilidad en el largo plazo si se concibe exclusivamente como una actividad de subsistencia. La nueva cultura empresarial demanda una mayor vocación expansionista y afán de lucro.

Finalmente, mejorar la organización con una visión más corporativa y que al menos contemple algunas alternativas de evolución de la empresa, son características esenciales de esta nueva cultura. Desde luego, resulta fácil hablar de transformaciones culturales, pero es sumamente difícil llevarlas a la práctica. Pensamos que los recientes cambios en la estructura de propiedad de las empresas y las nuevas formas asociativas deberán tener un impacto positivo en la generación de esta cultura. Desafortunadamente, es muy probable que el campesino quede marginado de este tipo de proyectos; en consecuencia, su cambio cultural será, si no imposible, al menos más lento.

## **PROPUESTA SOBRE UNA AGENDA DE INVESTIGACION**

Después de realizado nuestro análisis, surgen preguntas que podrían constituir proyectos de investigación cuyos resultados coadyuvaran al planteamiento de una teoría sobre el cambio técnico en las unidades de

producción agrícola. A continuación exponemos de manera esquemática las principales líneas de trabajo.

1. En primer término, la gestión de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en la agricultura; consideramos de suma importancia explorar los mecanismos y procedimientos que se utilizan para identificar las necesidades de proyectos de investigación, determinar cuáles son las fuentes de ideas, cómo se seleccionan los proyectos y cómo se fijan las prioridades. Contar con mayor conocimiento sobre las metodologías para responder a estas cuestiones sentaría las bases para definir proyectos de investigación más viables y con mayor relevancia.
2. El siguiente tema preocupa a casi todos los autores que estudian el cambio técnico: cómo romper el aislamiento de los investigadores, por un lado, y de los productores por el otro. Se requieren formas novedosas para vincular la oferta de conocimiento con la demanda.
3. Se necesita estudiar más a fondo el diseño de organizaciones a nivel intra e interinstitucional en la agricultura; como lo hemos apuntado, ésta es una de las variables portadoras de futuro más importantes. Es indispensable que se realicen proyectos de seguimiento del desempeño de las diversas modalidades organizacionales que se están generando en la Región.
4. Se requiere contar con estudios de caso con adopción de metodologías que analicen los diversos factores de éxito y fracaso en proyectos, instituciones y empresas para los diferentes niveles de organización y los diversos tipos de productores.
5. También deben estudiarse nuevos modelos para el trabajo en grupos, que enfatizen la premisa básica de que la innovación en la agricultura demanda un enfoque eminentemente interdisciplinario.
6. Hemos recalcado la necesidad de reforzar las posibilidades de comercialización y el papel que para esto tiene el acceso oportuno y expedito a la información técnica y de mercado. Por ello, hay que

- estudiar la factibilidad de crear organizaciones que apoyen a los productores en ambos aspectos. Consideramos indispensable que este tipo de organizaciones de servicio sean rentables. Por ello, la exploración debe abarcar una propuesta financiera en la que concurren los capitales privados y el sector público.
7. Otra preocupación central es cómo diseñar un sistema de extensión efectivo en el marco de las políticas actuales de privatización. Los sistemas de extensión, en definitiva, son elementos esenciales para la difusión de la tecnología. Dado que los Estados están retirando su apoyo a dichos sistemas, el desafío es concebirlos en el ámbito privado pero con posibilidades de acción sobre la problemática de los productores de escasos recursos.
  8. Debe realizarse una revisión profunda de los esquemas y fuentes de financiamiento existentes para la agricultura. Debemos ser creativos y encontrar nuevas formas operativas. Tal vez valga la pena analizar la posibilidad de utilizar soluciones propias del sector industrial. Sólo para ilustrar esta propuesta mencionaremos una idea relacionada con los sistemas de desarrollo de proveedores que han implantado grandes empresas, que proporcionan apoyo técnico pero también financiero a pequeñas industrias proveedoras de insumos y componentes. En estos casos, con frecuencia se utiliza el arrendamiento financiero promovido por la empresa grande como medio para mecanizar y modernizar las operaciones de las pequeñas.
  9. En el terreno de la investigación debemos desarrollar nuevos sistemas de evaluación que incorporen criterios diferentes no sólo para juzgar los niveles de excelencia, sino también para posibilitar que los investigadores encuentren mayor motivación en la realización de proyectos ligados a la solución de problemas de las unidades de producción.
  10. Finalmente, habrá que hacer mayores esfuerzos para abordar el tema de la difusión de la tecnología. Se debe reevaluar el papel de las agroindustrias, proveedoras de insumos y procesadoras de los

productos del campo, como importantes proveedoras de tecnología que pueden tener mejor acceso a los canales de transferencia que el productor agropecuario. También habrá que estudiar a fondo la forma en que el propio productor pueda constituirse en el centro de difusión de nuevas tecnologías y prácticas agronómicas.

## BIBLIOGRAFIA

- ADAM, M.C.; FARBER, A. 1990. Financing Technological Innovations. Khalil and Bayraktar (Eds.). University of Miami, pp. 629-638.
- ARROYO, G. 1988. Biotecnología: una salida para la crisis agroalimentaria, UAM-X, y Plaza y Valdés (Eds.). México.
- BARDAKKE, T. 1992. El agro nuevo giro en política agrícola. Este País, No. 18, pp.3-7.
- CAETANO BACHA, C.J. 1987. Agricultura e tecnología; Cuadernos de Política e Gestão em Ciencia e Tecnologia; NPGCT/USP; Sao Paulo, Brasil.
- CEPAL. 1982. Economía campesina y agricultura empresarial. (tipología de productores del agro mexicano). Siglo XXI. México. 339 pp.
- \_\_\_\_\_. 1989. Reestructuración industrial del cambio tecnológico: consecuencias para América Latina. Estudios e informes de la CEPAL No. 74, Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_. 1990. Transformación productiva con equidad. Santiago de Chile. 185 pp.
- CORONA, L. 1991. México ante las nuevas tecnologías: su situación actual y alternativas. In México ante las nuevas tecnologías, Leonel Corona, coord., Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM. Porrúa. México. pp 423-442.

- DE JANVRY, A. 1978. Social structure and biased technical change in Argentine agriculture. In Binswanger & Ruttan: Induced Innovation: Technology, Institutions and Development". Baltimore, John Hopkins University Press.
- \_\_\_\_\_; RUNSTEN, D.; SADOULET, E. 1987. Technological Innovations in Latin American agriculture. Program Papers Series 4 IICA. Costa Rica.
- DE LA MORA, J. 1992. Viraje del crédito-subsidio al crédito producción, Agronegocios.
- DE LA PEÑA, S. 1992. Ponencia presentada en el Seminario "La producción de bienes y servicios básicos en México y las alternativas de desarrollo". México. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM.
- DOSI, G. 1991. Perspectives on Evolutionary Theory. Science and Public Policy No.18 Vol. 6 pp. 353-361.
- DUTRENIT, G.; OLIVEIRA, A. 1992. Las asociaciones en participación, camino para modernizar el campo. Comercio Exterior, Vol. 42, No. 6, México, pp 563-571.
- FEI, J.C.; RANIS, G. 1966. Agrarism, Dualism and Economic Development. In Adelman and Thorbecke: The Theory and Design of Economic Development. Baltimore, The John Hopkins Press pp. 3-41.
- FILIPPO, A; JADUE, S. 1973. Estudio económico para América Latina. CEPAL.
- FIRA. 1987. Banco de México, Boletín informativo, No. 192, vol. XX. México.
- GOMEZ CRUZ, M. A. *et al.* 1992. Competitividad de la producción de hortalizas de México frente a EUA. Agronegocios en México, No. 2, pp. 7-21.

- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V.W. 1971. Agricultural Development: An International Perspective. Baltimore, John Hopkins University Press.**
- JORGENSON, D.W. 1969. The Role of Agriculture in Economic Development: Classical versus Neoclassical Models of Growth. In Wharton Jr., C.R.: Subsistence Agriculture and Economic Development, Chicago, Aldine pp.320-348.**
- LEVET, A.; RODRIGUEZ, G. 1987. Tecnología, agentes y reconversión de la agroindustria. Ponencia presentada en el Seminario Horizonte XXI: Reconversión e Integración Latinoamericana. México.**
- LYNAM, J.K. 1983. Comentarios a la teoría de la innovación inducida; In Cambio Técnico en el Agro Latinoamericano. IICA, San Jose, Costa Rica pp. 58-71.**
- MANRRUBIO, M.; FONTES A. 1991. Asociación en participación en el campo mexicano. Reporte de investigación 5. México, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial, UACH.**
- NATH, N.C.B.; MISRA, L. (eds.) 1992. Transfer of Technology in Indian Agriculture. Indus Publishing, Co. New Delhi.**
- NELSON, R.R.; WINTER, S.G. 1982. An Evolutionary Theory of Economic Change. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Mass.**
- PAIVA; SCHATAN; FREITUS. 1976. Sector agrícola do Brasil; comportamento económico, problemas e possibilidades. Editora da Universidade de São Paulo (2 ed)**
- PASTORE, J; DIAS, G.; CASTRO, M. 1976. Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil". Estudos Económicos, 6(3) 147-181.**

PIÑEIRO, M.; POMAREDA, C. 1988. La política económica y el proceso de generación y transferencia de tecnología en la agricultura. In Primera Conferencia Latinoamericana y del Caribe sobre Política Económica, Tecnología y Productividad Rural. México.

\_\_\_\_\_; TRIGO, E. 1983. Cambio técnico en el agro latinoamericano. Situación y perspectivas en la década de 1980. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

\_\_\_\_\_. 1988. La modernización agrícola y sus vínculos intersectoriales en el desarrollo de América Latina. Comercio Exterior, vol. 38. N° 8, pp. 694-716. México.

POMAREDA, C.; TORRES, J. 1990. (eds) Modernización de la agricultura en América Latina y el Caribe. IICA, Costa Rica.

PORTER, M. 1980. Competitive Strategy. MacMillan Publishing.

\_\_\_\_\_. 1985. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. The Free Press.

PRONASOL. 1992. Nueva legislación agraria. Gaceta de Solidaridad. abril.

QUINTERO, R. 1991. Biotecnología en México ante las nuevas tecnologías. Leonel Corona (coordinador). CIH, Porrúa, México.

RUTTAN, V.W. 1983. La teoría de la innovación inducida del cambio técnico en el agro de los países desarrollados. In Cambio técnico en el agro latinoamericano. IICA. San Jose. Costa Rica. pp. 13-57.

S/A. Vaquerías. 1992. Del no se puede al sí se pudo, pasando por el Artículo 27 Constitucional. Agronegocios en México, No. 3. pp. 23-25 México.

SANTOS, R.F. 1986. Presença de vieses de mudança técnica na agricultura brasileira. IPE/FEA/USP. Tesis de doctorado. São Paulo.

SANTOYO, H. 1992. Sociedades mercantiles: comprar, rentar o asociarse. *Revista Agronegocios*, p. 17. México.

SARH. 1990. Estrategia para la promoción y seguimiento de los proyectos agroindustriales y agroalimentarios constituidos bajo la modalidad de asociaciones en participación. México.

SOLON, B. 1991. Dilemas de la transformación agraria. In *Modernización de la transformación del sector agropecuario*. C. González Pachecho (comp). IIEC. UNAM. México.

SOLLEIRO, J.L. 1992. La innovación tecnológica para la pequeña y mediana empresa. *Emprendedores*. Vol. 15. México.

\_\_\_\_\_; ALMANZA, S; GONZÁLEZ, R.L. 1992. Determinantes de la competitividad de empresas con base biotecnológica en países en desarrollo. In Sbragia y Marcovitch (Coord.), *Gestão da Inovação Tecnológica*. São Paulo, Brasil.

TERROBA, O. 1990. La modernización del seguro agropecuario en México. *Certeza*. N° 2. pp. 12-13.



# **AJUSTE ESTRUCTURAL Y CAMBIOS TECNOLÓGICOS EN LA AGRICULTURA DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO**

## **CONSECUENCIAS DEL NUEVO EQUILIBRIO ENTRE EL SECTOR PÚBLICO Y EL SECTOR PRIVADO**

**Carlène Brenner<sup>1</sup>**

### **INTRODUCCION**

El presente documento contiene un informe sobre las investigaciones realizadas por el Centro de Desarrollo de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en el marco de su programa 1990-1992. Concretamente, se da cuenta del componente tecnológico del principal programa de investigación, denominado Agricultura de los Países en Desarrollo y Tendencias Económicas Internacionales. En él se estudiaron, por una parte, los efectos de la liberalización del comercio en la agricultura de los países en desarrollo y, por otra, las repercusiones de los programas nacionales de ajuste estructural en el sector agrícola.

Dada la importancia decisiva que tiene la tecnología en el aumento de la productividad y la competitividad de la agricultura de los países en desarrollo, se consideró que este programa debía centrarse principalmente en la tecnología. Por lo tanto, se estimó oportuno emprender un proyecto de investigación sobre el tema, hasta ahora inexplorado, de *cómo los diferentes entornos económicos influyen sobre los cambios tecnológicos*.

Este informe, en el que se resume el proyecto, consta de tres partes. En la primera sección se presenta una breve descripción de los distintos estudios realizados como parte del proyecto. En la segunda sección se resumen los resultados del grupo de estudios, primero en relación con el sistema de investigación agrícola, desarrollo tecnológico y difusión y, en segundo término, se tiene en cuenta cómo influyen en los incentivos o desincentivos a los agricultores para que éstos introduzcan la nueva

---

<sup>1</sup> Centro de Desarrollo de OCDE (Francia).

tecnología en la producción. Por último, en la tercera sección se examinan las conclusiones y las consecuencias en materia de políticas que se derivan del proyecto.

## **ANTECEDENTES**

La investigación que se sintetiza en las siguientes páginas fue iniciada en una reunión de expertos realizada en noviembre de 1990, con el propósito de ayudar al Centro de Desarrollo en la elaboración de un proyecto de investigación sobre el tema, hasta entonces no estudiado, de cómo los diferentes entornos económicos pueden influir sobre los cambios tecnológicos en la agricultura. En la reunión se recomendó que, dado que no se disponía de estudios que sirvieran de base, debería efectuarse un primer intento para determinar si es probable que en países con distintos niveles de desarrollo el proceso de ajuste estructural y de liberalización contribuya a mejorar o a empeorar las condiciones económicas e institucionales que favorezcan las innovaciones tecnológicas y una mayor productividad. Ese estudio debería tener en cuenta dos puntos centrales: en primer lugar, antes que intentar aplicar una metodología común o realizar un análisis comparativo, el Centro debería adoptar un enfoque ecléctico que permitiera examinar los problemas desde varias perspectivas diferentes. En segundo lugar, se recomendó que prestara especial atención a las repercusiones que tendría en el desarrollo y la difusión de tecnología el nuevo equilibrio entre el sector privado y el público como resultado del ajuste estructural.

Posteriormente se encargó la realización de diversos tipos de estudios específicos. Entre ellos cabe mencionar los siguientes:

- i. Un estudio conceptual que propusiera formas de evaluar los efectos de los cambios en las políticas económicas sobre la productividad agrícola. Dicho estudio se centró en los determinantes teóricos de la aplicación de tecnología, pero a diferencia de algunos otros estudios incluidos en el proyecto, no se ocupa de la generación de tecnología, por ejemplo, mediante la investigación agrícola.
- ii. Dos estudios sobre productos básicos: un alimento (arroz) y un cultivo de exportación (cacao). El arroz fue seleccionado porque es

el cultivo alimentario más importante del mundo, y el cacao se eligió como producto de exportación porque se cultiva sólo en países en desarrollo y en cada una de las principales regiones geográficas. Si bien el estudio sobre arroz se centra en Asia, a la cual corresponde de una gran parte de la producción mundial, el estudio sobre cacao incluye a los principales países productores de cada región geográfica. En el estudio sobre arroz se analizan los efectos del período de crisis de principios de los años ochenta y de la reforma estructural de la última parte de ese decenio sobre la eficacia de las investigaciones referidas al arroz y sobre la inversión en sistemas de investigación para ese producto y el mantenimiento de dichos sistemas. En el estudio sobre cacao se analizan los efectos del proceso de reforma estructural en los cambios tecnológicos para la producción de cacao y su relativa competitividad.

- iii. Los estudios sobre productos básicos se complementaron con un estudio que examina los avances en las investigaciones "de frontera" en arroz y cacao. El estudio analiza las formas en que se desarrolla la organización de la investigación en biotecnología y compara los dos cultivos con respecto a las prioridades de investigación y los recursos destinados a la investigación. Además, se refiere a cuestiones específicas de esos dos cultivos que se han planteado debido a los avances de la biotecnología: la sustitución de la manteca de cacao, la introducción de arroz híbrido y la conservación de los recursos fitogenéticos.
- iv. Se realizó el estudio de un caso práctico de Brasil. En él se examinan los factores institucionales determinantes de la investigación agrícola, la generación de tecnología y su difusión, así como también las formas en que los nuevos imperativos de la investigación se ven afectados por las crisis económicas y los procesos de reforma estructural. La investigación se centra en tres cultivos especiales –semilla de soja, trigo y azúcar– y en las instituciones públicas y privadas que han desempeñado un papel importante en la investigación sobre esos cultivos.
- v. Por último, se realizó un estudio sobre el abastecimiento de semilla y las formas en que el ajuste estructural afecta el suministro de

semilla a los pequeños productores semicomerciales. En el estudio se analiza la situación de tres países africanos –Malawi, Zambia y Zimbabwe– con respecto a los cultivos de mayor importancia en sus sistemas de explotación agrícola.

Aunque el alcance y el enfoque de los estudios varían considerablemente, en ellos se analizan por separado dos series de cuestiones relacionadas:

- ▶ ¿Cómo influye el proceso de ajuste estructural y, muy en particular, el nuevo equilibrio entre el sector público y el privado, sobre los cambios tecnológicos de la agricultura?
- ▶ ¿Cómo influye el proceso de ajuste estructural sobre el régimen de incentivos y desincentivos a los agricultores para que introduzcan los cambios tecnológicos en la producción?

Nuestra interpretación y síntesis de los resultados se basa no sólo en esas diversas contribuciones, sino también en los conocimientos obtenidos en los debates de una reunión de expertos que examinó los resultados preliminares de los estudios a principios de 1992.

### **Los resultados**

Los resultados de la investigación se presentan en dos secciones. En la primera se examinan los efectos del ajuste estructural en relación con la generación y la difusión de tecnología, o con lo que hemos llamado el sistema de investigación agrícola, desarrollo de tecnología y difusión. En la segunda se analizan los efectos de la reforma desde el punto de vista de los encadenamientos macro-micro, en especial sobre el régimen de incentivos y desincentivos a los agricultores.

Conviene aclarar desde ya el concepto de ajuste estructural utilizado. En lugar de definir el ajuste estructural desde el punto de vista de una serie de medidas normativas precisas, hemos preferido considerarlo como un amplio proceso de reformas macroeconómicas que, fundamentalmente, se relaciona con la capacidad de un país para mantener a largo plazo su desarrollo económico y social. Por lo tanto, se puede consi-

derar que el ajuste estructural se desarrolla en tres fases que eventualmente se traslapan: corto, mediano y largo plazo.

En la primera fase, de corto plazo, se ponen en práctica medidas de estabilización diseñadas para hacer frente a los desequilibrios a corto plazo en la cuenta presupuestaria interna y en el comercio exterior. Esas medidas incluyen reducciones considerables del gasto público.

En la segunda fase, de mediano plazo, se aplican medidas relacionadas con la desregulación de los mercados internos y la liberalización del comercio exterior (por ejemplo, la eliminación de los impuestos a las exportaciones, la reducción de las restricciones a la importación y la reducción de los niveles de protección); además, los cambios en los precios relativos tienen el propósito de reflejar las ventajas comparativas. En principio, esas medidas son acompañadas por la desinversión de las empresas públicas y por la privatización.

Los objetivos finales, a largo plazo, del ajuste estructural implican la redefinición de las funciones del Estado y de las fuerzas del mercado, así como una importante reordenación del equilibrio entre el sector público y el privado en la economía nacional. El proceso de reforma supone una significativa transformación institucional, especialmente en los países en que el Estado desempeñó en el pasado un papel predominante en la economía.

## **LAS REPERCUSIONES DE LA REFORMA ESTRUCTURAL EN LA INVESTIGACION AGRICOLA, EL DESARROLLO DE TECNOLOGIA Y SU DIFUSION**

Al presentar la primera parte de nuestros resultados, conviene tener presente el esquema de actores e instituciones que participan en el proceso de investigación, desarrollo de tecnología y su difusión, ilustrado en el Cuadro 1. También es importante tener presente la "distancia" que existe entre la investigación básica y la difusión de un producto o una técnica que incorpora los resultados de esa investigación.

**CUADRO 1**  
**EL SISTEMA DE INVESTIGACION, DESARROLLO DE TECNOLOGIA Y**  
**SU DIFUSION: ACTORES E INSTITUCIONES**

<b>Sector público</b>	<b>Ministerios encargados de elaboración de políticas (agricultura, ciencia y tecnología, otros)</b> <b>Institutos nacionales de investigación</b> <b>Consejos nacionales de investigación</b> <b>Universidades</b> <b>Redes de divulgación</b>		
	<b>No comerciales</b> <b>Universidades e institutos de investigación</b> <b>Fundaciones</b> <b>Organizaciones no gubernamentales</b>		
<b>Sector privado</b>		<b>Insumos empresas</b>	<b>Semillas</b> <b>Forraje</b> <b>Productos de sanidad animal</b> <b>Productos químicos agrícolas</b> <b>Maquinaria y equipo</b>
	<b>Comerciales</b>	<b>Producción</b>	<b>Agricultores</b> <b>Cooperativas y asociaciones de productores</b> <b>Institutos de productos básicos</b>
		<b>Sector alimentario</b>	<b>Compañías de elaboración y distribución de alimentos</b>
		<b>Asistencia técnica</b>	<b>Consultores y expertos</b>

Para nuestros fines, la investigación, el desarrollo de tecnología y su difusión constituyen un proceso complejo, de dependencia recíproca, que incluye varias actividades o fases sucesivas.

Cabe mencionar, entre ellas: en primer lugar, la investigación básica y la investigación aplicada; en segundo término, la incorporación de los resultados o el producto en una tecnología tangible (por ejemplo, la producción de semilla) y, por último, la comercialización y, eventualmente, la difusión generalizada del producto tecnológico.

Además de actores e instituciones públicos/privados y comerciales/no comerciales, podrían añadirse al esquema otras categorías. Por ejemplo, participan actores e instituciones nacionales e internacionales (o nacionales y extranjeros): instituciones nacionales de investigación, los centros internacionales de investigación agrícola y las empresas multinacionales.

### **Investigación agrícola**

Por diversas razones, resulta difícil establecer una relación directa entre el ajuste estructural y la investigación agrícola. En primer lugar, mientras que las medidas especiales de estabilización o de ajuste son de corto o mediano plazo, el proceso de investigación con frecuencia es de largo plazo. En segundo lugar, la investigación también es arriesgada; puede terminar en un éxito, en un fracaso o puede que se obtengan buenos resultados por casualidad. Las "trayectorias tecnológicas", aunque tengan éxito y estén orientadas a una tecnología comercializable, no están determinadas únicamente por las fuerzas del mercado. En tercer lugar, las instituciones en general y las instituciones de investigación agrícola en particular quizás no sean muy sensibles a las señales del mercado o no sean lo suficientemente flexibles para responder con prontitud a los cambios del entorno económico.

A pesar de esas dificultades y limitaciones evidentes, los resultados de nuestra investigación proporcionan conocimientos valiosos en cuanto a las repercusiones del proceso de ajuste estructural en los cambios del equilibrio entre los sectores público y privado, así como también en el proceso de investigación y el establecimiento de prioridades.

Con respecto al proceso y las prioridades de la investigación se hace una distinción entre los efectos de las medidas de ajuste estructural, en primer lugar en la gestión y la organización de las instituciones públicas de investigación y, en segundo término, en el programa de investigación y sus prioridades dentro de esas instituciones. En el primer caso, la tendencia predominante en el sector público de invertir en la investigación agrícola ha originado dificultades en los gobiernos para mantener los niveles de gasto anteriores y fuertes reducciones o importantes cambios en la asignación de los escasos fondos.

Muchas instituciones de investigación agrícola de los países en desarrollo, especialmente en Africa, han experimentado una subfinanciación crónica, y en su mayoría los países han tenido dificultades para mantener los niveles del presupuesto de operaciones, dotación de personal y salarios del personal durante los años 80, como consecuencia de los esfuerzos por contener el gasto del gobierno.

Sin embargo, algunas instituciones se han visto directamente afectadas por la reforma estructural. La *Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira* (CEPLAC) del Brasil, fue financiada originalmente con un gravamen de 10% sobre las exportaciones de cacao. A raíz de la disminución general de los precios mundiales de cacao durante el decenio de los 80, la austeridad fiscal y la reducción de subsidios a la agricultura impuestos por el ajuste estructural, el apoyo del Gobierno se ha reducido drásticamente. Los ahora escasos recursos financieros de CEPLAC se destinan principalmente a la lucha contra la enfermedad de escoba de bruja en el estado de Bahía, con lo cual su programa de investigación se ha visto afectado.

El Instituto de Investigación sobre Cacao de Nigeria (*Cocoa Research Institute of Nigeria, CRIN*) fue financiado por la Junta de Cacao de Nigeria (*Nigeria Cocoa Board, NCB*) mediante derechos de exportación. La privatización de la NCB, una de las condiciones impuestas por los programas de ajuste estructural, ha provocado una escasez de fondos tan grave que las investigaciones en cacao actualmente están a punto de desaparecer en ese país.

El estudio sobre arroz indica que, durante los años ochenta, en los países que experimentaron una grave crisis de la deuda y una deficiente administración macroeconómica la investigación se vio muy afectada, así como también los programas de riego, crédito y otros orientados a la producción. Los fondos se redujeron, los salarios también y se vieron afectados muchos sistemas de investigación desarrollados a lo largo de los años.

Por otra parte, la mayoría de las economías que no experimentaron un mal manejo macroeconómico relacionado con la crisis de la deuda, mantuvieron o incluso fortalecieron, sus programas durante los ochenta. En el caso de las economías mal administradas, el ajuste estructural generalmente no produjo una restauración de las inversiones en la investigación o en otros campos relacionados con la producción.

Actualmente el sistema agrícola brasileño en su totalidad afronta dificultades y trastornos debido a la crisis económica. En la *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria* (EMBRAPA) la falta de financiación podría frustrar las iniciativas para la reorganización institucional y los programas de recursos humanos que le permitieran responder adecuadamente a la reestructuración económica. Aún más, el sector privado, dominado por el sistema de cooperativas, ha resultado ser sumamente vulnerable a la liberalización, ya que en su mayoría era financiado con gravámenes obtenidos por los sistemas estatales de cuotas de venta.

Esa tendencia notable en la gestión y la organización de las instituciones públicas de investigación del Brasil, aunque no esté vinculada directamente con el ajuste estructural es, en parte, un resultado de la filosofía de privatización conexas y en parte una consecuencia de las presiones fiscales. Esto se manifiesta en la norma de que las instituciones públicas de investigación deberían autofinanciarse, al menos parcialmente, lo que implica que se debería buscar financiación privada para la investigación o que los resultados de la investigación deberían comercializarse.

En el caso de los cultivos a que se refieren los cinco estudios, la investigación del sector privado, en el sentido de empresas comerciales, es relativamente poco importante. Sin embargo, como se indica a

continuación, el sector privado no comercial desempeña un papel fundamental en el caso del arroz.

Respecto del cacao, la industria del chocolate y confituras realiza o apoya investigaciones en cacao, en especial con el objeto de garantizar los suministros y una calidad constante. Las empresas multinacionales realizan investigaciones en sus propias empresas, pero también financian investigaciones biotecnológicas sobre cacao en las instituciones públicas, principalmente en las universidades de los países industrializados. En los países productores existe poco apoyo del sector privado a las investigaciones sobre cacao, en particular a la investigación biotecnológica.

Entre los países productores de cacao, hasta hoy sólo en Malasia el sector privado ha desempeñado un papel importante. Las empresas de las plantaciones han desempeñado una función cada vez más importante en el desarrollo de clones, híbridos y otro tipo de material de siembra mejorado, así como en el desarrollo de técnicas de fermentación para modificar el sabor del cacao de Malasia, con el fin de asemejarlo al del cacao de calidad superior de Ghana. Sin embargo, su continuo interés en la investigación futura sobre cacao es incierto, dadas las proyecciones pesimistas para los precios del cacao. Algunas compañías ya están sustituyendo las plantaciones de bajo rendimiento por otros cultivos.

La participación de empresas comerciales privadas en las investigaciones sobre arroz es relativamente reciente, aunque esa situación parece cambiar. Las nuevas empresas privadas de biotecnología de Estados Unidos, Europa y Japón, Cargill y quizás otras, participan en investigaciones biotecnológicas sobre arroz y, especialmente, en el desarrollo de técnicas que permitan reducir los costos en la producción de híbridos del arroz.

La investigación "de frontera" en arroz presenta una importante diferencia con respecto al cacao. Ello se debe al papel de líder que desempeña la Fundación Rockefeller —una institución privada no comercial— en el apoyo a la investigación biotecnológica sobre arroz, la fijación de prioridades para la investigación de ese producto, el

establecimiento de una red internacional de científicos colaboradores y el apoyo al desarrollo de la capacidad de los países en desarrollo en microbiología. Ese papel adquiere una importancia aún mayor, dado que ya se vislumbra en el horizonte la hibridización del arroz y, en consecuencia, el desarrollo de un sector privado de semilla de arroz.

Las políticas de ajuste estructural podrían favorecer, directa o indirectamente, la privatización del sector semilla del arroz, un hecho que probablemente ocurra en caso de que se logren avances en el desarrollo de métodos económicos para producir semillas híbridas. En algunos países el sector privado de semilla apenas se está creando para todos los cultivos. Otros países, como la India, podrían estar en condiciones de aprovechar las nuevas tecnologías de semillas híbridas de arroz dentro de un sector de semillas privado.

Los resultados de la investigación indican que el equilibrio entre los sectores público y privado con respecto a sus inversiones en la investigación agrícola en realidad está cambiando. Asimismo, se puede afirmar que la "dicotomía" entre sector público y sector privado ya no es apropiada. Lo que se deduce con claridad es que, si bien es cierto que los presupuestos públicos para la investigación no se están reduciendo, sin duda tampoco están aumentando. Las instituciones públicas tratan de atraer financiación privada, o por lo menos obtener ingresos del producto final de los resultados de la investigación en forma de nueva tecnología. Al mismo tiempo, las empresas privadas, en especial las empresas multinacionales que cuentan con presupuestos relativamente importantes para actividades de investigación y desarrollo, no sólo realizan investigaciones en la empresa sino que establecen diversos arreglos contractuales con instituciones públicas de investigación, con el propósito de encargar o apoyar investigaciones. Ello sucede sobre todo en la investigación en biotecnología, pero la tendencia del sector privado a invertir en las investigaciones de universidades y otras instituciones públicas de investigación es general.

Sin embargo, no resulta claro en qué medida esa "privatización" de la investigación pública está relacionada con las exigencias del ajuste estructural en los países en desarrollo.

A raíz de la mayor interacción entre los sectores público y privado en la investigación agrícola, existe una convergencia cada vez mayor de actitudes en las instituciones de investigación del sector público y del sector privado, pues ambas pretenden lograr a corto plazo resultados que puedan comercializarse. Sin embargo, donde posiblemente persista la dicotomía entre lo público y lo privado es en los diferentes objetivos y prioridades de las investigaciones. Mientras que el sector público tiene la obligación de alcanzar ciertos objetivos sociales –por ejemplo, satisfacer las diversas necesidades en cuanto a semillas de los pequeños agricultores semicomerciales–, las empresas comerciales, por necesidad, buscan obtener ganancias a más corto plazo.

Un cambio importante en los objetivos de las investigaciones, motivado por el nuevo equilibrio entre los sectores privado y público en la investigación agrícola, podría en última instancia tener mayores consecuencias que los cambios en las inversiones que hicieran los sectores público y privado en la actividad general de investigación.

Como se ilustra en el estudio biotecnológico, la participación del sector privado en grandes empresas y pequeñas empresas de biotecnología se está iniciando con el arroz, pero ello depende, indudablemente, de una evaluación positiva de la capacidad de difundir con éxito las variedades de híbridos y de las consecuentes oportunidades para apropiarse de los resultados de la investigación.

Si no se desarrolla una industria privada de semillas de arroz, es poco probable que aumente notablemente la participación de las empresas comerciales privadas en la investigación, por lo menos a corto plazo.

En los países a que se refieren nuestros estudios, el total de recursos que se destinan actualmente a la investigación agrícola no ha variado o está disminuyendo. El gasto público se ha contenido o reducido debido a la austeridad fiscal y, para los países y productos incluidos en el estudio, las pocas investigaciones que se realizan son tan insuficientes que no compensan. Aunque las empresas comerciales privadas aumenten sus actividades de investigación, es poco probable que estén dispuestas a invertir en investigación orientada al desarrollo de productos para los cuales sólo existe un mercado reducido y perspectivas inciertas

en cuanto a su crecimiento, como en el caso de variedades mejoradas para pequeños agricultores pobres.

Una consecuencia importante de la crisis fiscal –que resulta particularmente evidente en el caso del Brasil– es una posible perturbación del complejo proceso de acumulación científica y tecnológica en el sistema público de investigación. Esto podría ocurrir como consecuencia de los efectos negativos en la capacitación del personal científico y técnico, en la investigación interdisciplinaria a largo plazo o en la investigación dirigida al logro de fines sociales. Además, la posible reorientación de la investigación y de la formación universitaria influye de manera significativa en el tipo de aptitudes que se desarrollen, que beneficiarán tanto al sector público como al privado.

#### **Desarrollo de tecnología: producción de semillas**

En el marco de esta investigación, las repercusiones del ajuste estructural en el desarrollo y la difusión de tecnología se relacionan principalmente con la producción y la comercialización de semillas y/o de material de siembra mejorado. El tema de los insumos elaborados se trata en la segunda sección de este trabajo, referida a los encadenamientos macro-micro.

A pesar de su fundamental importancia como base de la producción agrícola y como medio para materializar los esfuerzos de los investigadores científicos, el sector semillas ha sido relativamente desatendido en la investigación económica de la agricultura en los países en desarrollo.

La primera investigación sobre el maíz en América Latina y el Sudeste asiático realizada por el Centro de Desarrollo, y su trabajo recién concluido sobre el abastecimiento de semillas en África, muestran que, si bien en algunos países el sector semillas está en ciernes y es esencialmente una actividad del sector público, la tendencia general es la de una privatización de la producción de semillas.

Los hechos descritos en el párrafo anterior tienen diversas consecuencias. En primer lugar, la privatización del sector semillas constituye un

paso en dirección a lo que parece ser un avance ineluctable hacia la introducción de plantas híbridas, tanto de cereales como de frutas y hortalizas o flores. Ello se debe en gran parte a que los híbridos tienen la ventaja de que el fitogenetista o inventor puede obtener una protección de tipo "patente" natural, aunque no exista un sistema oficial de protección de los derechos de propiedad intelectual; los agricultores no pueden sembrar por segunda vez sin que ello implique pérdidas considerables en el rendimiento y se ven obligados, por lo tanto, a adquirir nueva semilla para cada siembra. De ese modo, las empresas privadas pueden recuperar los costos de la actividad de investigación y desarrollo.

En los tres países a los que se refiere el estudio sobre semillas se han adoptado medidas orientadas a la privatización de la producción y la comercialización de semillas. En dos de ellos, Malawi y Zambia, eso se ha llevado a cabo en el marco de los programas de ajuste estructural. Por otra parte, en Zimbabwe la producción privada de semillas se estableció desde hace mucho tiempo, en especial para maíz híbrido. Sin embargo, como se observará, resulta difícil determinar el grado de liberalización o privatización efectiva en el sector semillas en los tres países, ya sea en cuanto a la producción o a la comercialización.

Con respecto al abastecimiento de semillas, Zimbabwe y Zambia satisfacen actualmente la demanda de semilla de maíz, mientras que Malawi no. Los primeros dos países tienen una considerable capacidad potencial para ampliar la superficie cultivada y, por ello, si la reforma estimula esa expansión cabe prever para el futuro aumentos considerables en la demanda de semillas. Con respecto a otros cultivos distintos del maíz, el suministro de semillas es insuficiente en los tres países, aunque en el pasado Malawi estaba en condiciones de suministrar cantidades importantes de semilla de maní.

En términos cualitativos, más que cuantitativos, el suministro de semilla para los pequeños agricultores es menos satisfactorio. Si bien existen diversos híbridos de maíz, no siempre son las variedades que se prefieren. Además, hasta la fecha han sido pocas las actividades de investigación dedicadas a la producción de variedades de otros cultivos para satisfacer las necesidades particulares de los pequeños agricultores.

Las operaciones de las empresas productoras de semillas no se han liberalizado totalmente en ninguno de los tres países; los vínculos con las instituciones públicas siguen siendo fuertes. En Zimbabwe, por ejemplo, los acuerdos vigentes referidos al funcionamiento de la industria de semillas otorgan derechos de monopolio a una sola compañía privada de semillas para la producción de variedades liberadas por el Gobierno.

En Malawi, la Compañía Nacional de Semillas (*National Seed Company of Malawi*) no paga por la semilla mejorada que recibe del Departamento de Investigación Agrícola y el organismo nacional de comercialización (ADMARC) corre con gran parte de los riesgos de comercialización. En Zambia, la compañía Zamseed tiene libre acceso a los servicios del Instituto de Control y Certificación de Semillas (*Seed Control and Certification Institute*).

Por otra parte, las empresas de producción y comercialización de semillas están sujetas a numerosas condiciones negativas, por ejemplo, la obligación de producir variedades que son antieconómicas y las apreciables contribuciones hechas a los servicios de control de calidad y certificación a fin de que sigan funcionando. Resulta difícil determinar los costos y beneficios relativos de esas distorsiones.

Hasta la fecha, en los tres países estudiados hay poca competencia en el sector semillas, incluso en Zimbabwe donde, a diferencia de Malawi y Zambia, existe una tradición de largos años de producción y comercialización de semillas en el sector privado. Esa situación está cambiando, a tal punto que una compañía privada ofrece actualmente variedades sudafricanas en Zimbabwe.

La compañía no compite con los precios al por menor de las semillas, pero está logrando una participación en el mercado al ofrecer a los comerciantes de semillas un margen de utilidad mayor que el que ofrece Seed Co-op, la compañía privada local que posee derechos de monopolio sobre las variedades liberadas por el Gobierno.

### Difusión de tecnología: comercialización

Las juntas de comercialización del Gobierno han sido con frecuencia el primer blanco del ajuste estructural. Esto lo confirman los estudios sobre semillas y sobre cacao. En opinión de los autores del estudio sobre cacao, la privatización de la Junta de Comercialización de Cacao de Nigeria (*Nigerian Cocoa Marketing Board, NCB*) tuvo repercusiones sumamente negativas en la calidad del cacao de ese país. La NCB, que se ocupaba de la clasificación cualitativa, el transporte, el manejo y la comercialización del cacao fue eliminada en 1986.

En cambio, desde el punto de vista de los productores el conjunto de medidas de ajuste estructural fue en general positivo; uno de los efectos no previstos fue la rápida disminución de la calidad del cacao. Al no existir la infraestructura de clasificación cualitativa, proporcionada anteriormente por la NCB, los envíos de cacao dejaron por completo de ser confiables y Nigeria perdió rápidamente el sobreprecio por calidad en el mercado mundial. Este aún no ha sido restaurado. (Como ya se indicó, la privatización de la NCB también tuvo consecuencias muy negativas en la investigación sobre cacao).

Actualmente el Banco Mundial sostiene fuertes argumentos a favor de la privatización de la Junta de Comercialización de Cacao de Ghana (*Ghana Cocoa Marketing Board, GCMB*), como condición para obtener otro préstamo de ajuste estructural, pues afirma que la GCMB es costosa e ineficiente. Hasta la fecha, la GCMB ha reducido considerablemente el personal y los costos de operación. Muchos ven en el ejemplo de Nigeria una razón para mantener intacta la GCMB; la industria consumidora de cacao ha expresado claramente su preocupación al Banco Mundial con respecto al mantenimiento de un estricto control de calidad del cacao de calidad superior de Ghana.

Resulta interesante observar que en Malasia, país que cuenta con importantes plantaciones en el sector privado y es uno de los productores más competitivos, el Gobierno estableció la Junta de Cacao (*Malaysian Cocoa Board*) en 1990, con el propósito expreso de asegurar el control de la calidad. La Junta asume la total responsabilidad en la concesión de licencias y otras funciones reguladoras en la industria del

cacao, entre ellas la administración en todo el país de la clasificación cualitativa para la exportación de cacao.

De acuerdo con los resultados de los estudios sobre semillas, Malawi, Zambia y Zimbabwe están adoptando medidas para reducir el papel del sector público en la comercialización de semillas. La participación de Cargill parece haber contribuido a aumentar la eficiencia operativa de la Compañía Nacional de Semillas de Malawi (*National Seed Company of Malawi, NSCM*). Ello se logró al volverle a prestar una mayor atención al maíz híbrido, el cultivo más rentable de la compañía, lo que permitió invertir la tendencia a la baja, en términos reales, de los precios al por menor de semillas, y al emprender una comercialización más activa de las semillas de la NSCM.

Aparentemente, la privatización ha producido un aumento de los costos de producción de semillas, en lo cual también influyó la intervención de comerciantes privados. En el caso de Zimbabwe, los encadenamientos que han existido durante cierto tiempo en el sector semillas funcionan con relativa eficacia, salvo en las zonas comunales. En Malawi, las actividades de los comerciantes privados para distribuir semillas a los pequeños agricultores prácticamente no existen y actualmente tienden a crear "brechas" de comercialización. En Zambia, la liberalización de los mercados de productos agrícolas ha originado embotellamientos en la distribución secundaria de semillas.

Esta actividad la realizaba anteriormente una red de cooperativas provinciales (*Provincial Co-operative Unions, PCUs*), que ya no cuenta con el acceso privilegiado a los créditos de bancos comerciales que anteriormente recibía debido a su situación de comprador, en régimen de monopsonio, de la producción de los pequeños agricultores.

En nuestra primera investigación sobre maíz se indicó que las empresas comerciales con frecuencia son más eficaces que las instituciones públicas para acelerar la difusión de la tecnología. También es probable que –aunque eso no quedó demostrado claramente en la investigación sobre abastecimiento de semillas– las redes nacionales de divulgación se hayan reducido a causa del ajuste estructural. Los problemas de comercialización que se derivan de la reforma estructural

y se desprenden del estudio sobre semillas de los tres países africanos, son similares a los problemas subrayados en la investigación del Centro de desarrollo sobre semillas de maíz en el Sudeste asiático, Brasil y México.

Los distribuidores privados de semillas –algunas veces también representantes de insumos agrícolas– concentran sus actividades de comercialización en zonas en donde la capacidad potencial del mercado es más prometedora. Ello tiende a darse en las regiones más favorecidas, entre los grandes agricultores comerciales y no entre los pequeños agricultores pobres.

### **ENCADENAMIENTOS MACRO-MICRO: LAS REPERCUSIONES DEL AJUSTE ESTRUCTURAL EN EL REGIMEN DE INCENTIVOS Y DESINCENTIVOS A LOS AGRICULTORES**

No ha sido nuestra intención tratar de analizar las políticas y los programas nacionales o sectoriales de ajuste estructural en los países a que se refiere la investigación, ni comparar las experiencias de ajuste estructural en esos países. Otro componente del programa de investigación agrícola del Centro de Desarrollo se ha encargado de realizar diversos estudios por países, en los cuales se examinan los efectos de la reforma estructural en la agricultura.

Las formas en que el ajuste estructural probablemente afecte la adopción de nueva tecnología a nivel de la finca depende de las formas en que éste modifique el régimen de incentivos y restricciones a los productores. Esos incentivos y restricciones incluyen: el nivel de los precios de los productos en la explotación agrícola y de los insumos comerciales (semillas y material de siembra, fertilizantes y otros productos químicos, maquinaria). Además, incluyen subsidios para el mejoramiento de semillas o material de siembra y fertilizantes y, por último, la disponibilidad de créditos y servicios agrícolas, así como también el acceso a ellos.

Algunos de los países comprendidos en la investigación cuentan con experiencias relativamente amplias en lo que se refiere a políticas y programas de ajuste estructural. Las medidas con las cuales se han

puesto en marcha esas reformas estructurales y el grado de liberalización de las diferentes economías, con o sin programas de ajuste estructural, varían de un país a otro. En algunos países (por ejemplo los que se encuentran en la zona del franco), una de las primeras medidas de estabilización recomendadas, la de reformar los tipos de cambio, aún no se ha adoptado. En general, el proceso de reforma estructural es sólo parcial.

Los países también han aplicado enfoques muy diferentes a la reforma. Por ejemplo, en el estudio de semillas se señala que Malawi siguió el enfoque del FMI y del Banco Mundial, y desde 1979 ha aplicado continuamente programas de reforma financiados por donantes. Zimbabwe ha optado por una vía independiente de las principales instituciones financieras multilaterales y ha desarrollado sus propios programas de reforma.

En Zambia la reforma ha sido menos sistemática; se ha caracterizado por la falta de compromiso político para con las reformas impuestas desde el exterior y por el constante deseo de ejercer un fuerte control económico.

Vale la pena recordar aquí la tendencia general de los objetivos de las políticas de ajuste estructural en la agricultura. Estas incluyen, ante todo, medidas para aumentar los precios al productor y reducir la intervención estatal en el sector. El ajuste estructural también ha cuestionado el principio de los subsidios a la agricultura, ampliamente aceptados durante los años sesenta, y ha procurado reducir los subsidios a los insumos.

### **Insumos**

Los insumos de que más se ha ocupado nuestra investigación son las semillas y los fertilizantes. En los casos del cacao (producido en su mayoría por pequeños agricultores) y las semillas para los pequeños agricultores semicomerciales, se utilizan pocos insumos en forma de fertilizantes u otros productos químicos agrícolas. En cambio, los fertilizantes constituyen un elemento importante del paquete tecnológico para la producción de arroz, que comprende variedades de alto

rendimiento, suficiente abastecimiento de agua y productos químicos agrícolas.

En el estudio sobre arroz no se abordaron explícitamente las repercusiones del ajuste estructural en la disponibilidad y el precio de los fertilizantes. Conviene señalar, quizás, que el consumo de fertilizantes por hectárea aumentó en casi 12% por año entre 1965 y 1980, y en el decenio de los ochenta entre 8% y 9%, cifra un tanto inferior pero siempre elevada. Además, el estudio indica que en los casos en que existían subsidios a los fertilizantes, éstos generalmente favorecieron a las compañías manufactureras más que a los agricultores.

En vista de los distintos enfoques y alcances de los estudios, los resultados no permiten hacer una interpretación con respecto a las fluctuaciones de los precios y la disponibilidad de otros insumos distintos de las semillas. En el caso del cacao, el ajuste estructural, de manera general, ha implicado un régimen liberalizado de importación de insumos y una reducción de los subsidios a los fertilizantes. Ello generalmente ha dado por resultado un aumento de los precios de los fertilizantes y los productos químicos agrícolas, en momentos en que los precios del cacao registran niveles sumamente bajos y, por lo tanto, un incremento en los costos de producción.

La mayoría de los países africanos parecen estar reduciendo el uso de insumos comerciales. Si bien ello quizás permita a los productores disminuir los costos y, de esa manera, resistir al período de precios bajos, a largo plazo podría ser perjudicial para los rendimientos y la producción en general.

Sin embargo, la liberalización del comercio no ha originado en todos los países un incremento en los costos de los insumos importados. En los casos en que se ha protegido la industria nacional, por ejemplo en Indonesia, la liberalización del comercio y del régimen arancelario ha ajustado los insumos a los precios mundiales y, de esa forma, ha hecho que resulten más baratos para los productores de cacao.

Los datos del estudio sobre semillas indican que en Zambia y Zimbabwe los efectos de las reformas estructurales en la disponibilidad

de fertilizantes y en los precios fueron mínimos. Por otra parte, en Malawi la eliminación de los subsidios a los fertilizantes fue un componente esencial del tercer préstamo para ajuste estructural. Ante los incrementos de los precios y la disponibilidad limitada, el Gobierno de Malawi insistió posteriormente en que se suspendiera esa medida. Los fertilizantes actualmente tienen un subsidio del orden del 42% de su precio de compra.

Un estudio realizado recientemente por el Centro de Desarrollo sobre el ajuste estructural y la política de fertilizantes en el Africa subsahariana, en el que se analizan los encadenamientos macro-micro, indica que el uso de fertilizantes está relacionado con la mayoría de los riesgos e incertidumbres asociados con la producción agrícola: riesgos naturales e incertidumbres económicas. Para concluir señala que, como la carga del riesgo se distribuye de manera desigual entre los diferentes grupos de productores y el peso más fuerte cae sobre los pequeños agricultores, se deben adoptar medidas especiales para abordar el problema del riesgo; entre ellas, incrementar la utilización de fertilizantes por medio de programas de subsidio.

La reforma económica parece haber contribuido a aumentar los costos de operación de las empresas de semillas y la liberalización parcial ha permitido a las compañías transferir los incrementos en los costos de producción en forma de precios más elevados a las semillas. Pero como los precios de los cereales básicos no han sido liberados, los ingresos de los agricultores por el uso de semilla mejorada han disminuido. Sin embargo, los agricultores posiblemente se vean más afectados por el hecho de tener que pagar por la semilla en efectivo que por el nivel de los precios de las semillas al por menor.

## **Producción**

Un efecto claramente positivo del ajuste estructural es que los precios al productor en su mayor parte han aumentado o, por lo menos, los productores reciben una proporción mayor de los precios mundiales. Esto sucede, principalmente, en el caso de los cultivos de exportación, aunque recientemente también se aplica a los cultivos alimentarios. En

los países africanos que comprende el estudio sobre semillas, los precios al productor aún no han sido objeto de reformas.

Por otra parte, en los países africanos que son productores de cacao, donde el sistema de tipo de cambio ha sido reformado (es decir en países no pertenecientes a la Comunidad Financiera Africana, CFA) los precios al productor han aumentado, aunque en la mayoría de los países los precios de producción aún están sujetos a distintos grados de control.

Si bien, por una parte, el aumento de los precios al productor debería estimular a los productores a adquirir más insumos químicos o semillas mejoradas a fin de estimular la producción, ese incentivo puede verse contrarrestado por los incrementos en los precios de esos insumos o, en el caso de las semillas, por la inseguridad en cuanto a la disponibilidad de éstas.

### **Acceso a créditos**

Las repercusiones del ajuste estructural en el acceso a créditos no se desprenden claramente de los datos generados por los estudios sobre semillas y cacao (y el tema no se abordó en el estudio sobre arroz). Eso sugiere o bien que la reforma ha tenido pocas repercusiones en la disponibilidad de créditos para los pequeños agricultores de Malawi, Zambia y Zimbabwe, o que los sistemas de crédito, en buena medida financiados por donantes, se han protegido durante la reforma.

En Ghana, el ajuste estructural ha facilitado el acceso a créditos por medio de programas especiales de crédito agrícola para la adquisición de fungicidas, insecticidas y plaguicidas. Sin embargo, ello no ha dado por resultado una mayor aplicación de esos insumos en la producción de cacao.

### **Servicios de extensión**

Si bien la austeridad fiscal podría implicar una reducción de la inversión en los servicios de extensión y, por lo tanto, reducciones tanto en el personal como en el alcance geográfico, en algunos países esos

efectos potencialmente negativos han sido compensados por el apoyo de donantes.

Las repercusiones del ajuste estructural en la prestación de servicios de extensión agrícola no se trató explícitamente en el estudio sobre semillas. No obstante, el estudio sugiere que las reducciones presupuestarias en los tres países tuvieron repercusiones directas en el nivel de los servicios de extensión y, en consecuencia, un efecto negativo indirecto en el uso de semilla mejorada por parte de los pequeños agricultores.

Los efectos de la crisis económica en el Brasil han causado indudablemente una reducción de los servicios de extensión de CEPLAC, en un momento en que se experimentan serias dificultades para luchar contra la enfermedad de escoba de bruja. En Nigeria también la reducción de los servicios de extensión ha significado que los productores ya no pueden contar con la ayuda de los trabajadores de extensión; ahora deben encargarse ellos mismos de los trabajos de fumigación necesarios para combatir el pudrimiento por fitofagia de la cápsula.

### **Distribución del ingreso**

Los resultados de los estudios con respecto a las repercusiones del ajuste estructural en la distribución del ingreso han sido positivos y negativos. Respecto del cacao, en general los productores reciben una mayor proporción de los precios del mercado internacional, que se mantienen en un nivel sumamente bajo. Los aumentos de los precios al productor se han visto a menudo contrarrestados por las reducciones en los subsidios a los fertilizantes o al material de siembra mejorado, junto con incrementos en los precios de los insumos. Para los productores pobres, el resultado neto ha consistido en un aumento de los costos de producción y el uso de todavía menos insumos comerciales.

El estudio sobre semillas considera que hasta ahora los efectos del ajuste estructural no han sido positivos con respecto a los ingresos de los pequeños agricultores semicomerciales, sobre todo porque las reformas no fueron diseñadas para las particulares condiciones de producción de los agricultores o porque no se tuvieron en cuenta las fallas del mercado que influyen en los encadenamientos macro-micro

entre las familias agrícolas y la economía en general. Por otra parte, señala que los ingresos de los pequeños agricultores comerciales en general se han visto favorecidos con la reforma, como ha sucedido también con los ingresos de los grandes agricultores comerciales.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES EN MATERIA DE POLITICAS**

### **Conclusiones**

A pesar de las limitaciones impuestas por las diferencias en cuanto a los métodos, el alcance y el enfoque de los estudios incluidos en este proyecto de investigación, se pueden inferir varias conclusiones con respecto a las repercusiones del proceso de ajuste estructural en el sistema de investigación agrícola, desarrollo de tecnología y difusión de los países que son objeto de estudio, así como también en el régimen de incentivos y desincentivos a los productores para que introduzcan los cambios tecnológicos.

Actualmente el total de los recursos destinados a la investigación agrícola en los países incluidos en nuestros estudios no ha variado o está disminuyendo. Ante las propuestas de austeridad fiscal, se ha procedido a contener o reducir el gasto público; es poco probable que, en el caso de los países y los productos comprendidos en los estudios mencionados, esa situación se compense a corto plazo con investigaciones del sector privado. Aunque las empresas comerciales privadas aumenten sus actividades de investigación, es poco probable que estén dispuestas a invertir en investigaciones básicas a largo plazo o en investigaciones que conduzcan al desarrollo de productos para los cuales sólo existe un mercado reducido y perspectivas inciertas en cuanto a su crecimiento, como sucede con las variedades mejoradas para los pequeños agricultores semicomerciales.

El equilibrio con respecto a las respectivas funciones de los sectores público y privado está cambiando; no se orienta necesariamente hacia un aumento de la inversión total en investigaciones, pero sí hacia una interacción más estrecha entre las empresas comerciales y las instituciones públicas. Ello resulta evidente no sólo en la inversión de las empresas comerciales privadas en investigaciones realizadas por insti-

tuciones públicas, sino también en los esfuerzos de las instituciones públicas por obtener financiación de la industria.

No hay duda de que las actitudes y los objetivos de la investigación pública y la privada coinciden cada vez más; asimismo, se presta una mayor atención a la vinculación de las actividades de investigación con las necesidades de la economía y con la comercialización de los resultados de la investigación. Ello podría tener en el futuro importantes repercusiones en las prioridades de la investigación y en el carácter de "bien público" que ha predominado en la investigación agrícola, por lo menos con respecto a las técnicas biológicas.

Otro problema conexo importante que plantea la crisis fiscal es el de la posible perturbación del proceso de acumulación tecnológica, ya sea por los efectos negativos en la formación de capital humano o en la investigación interdisciplinaria a largo plazo. La posible reorientación de la investigación y la formación universitaria tiene repercusiones muy importantes en el tipo de aptitudes que desarrollan, aptitudes que benefician tanto al sector público como al privado. En esta investigación no fue posible establecer un vínculo entre los precios de producción y los niveles y orientaciones de las actividades de investigación, aunque el estudio sobre arroz indica que la investigación en el caso de ese producto de hecho responde a un aumento en sus precios.

Es probable que las instituciones públicas sean lentas, o que la burocracia institucional sea demasiado inflexible para responder rápidamente a las señales del mercado. En el caso del cacao, para mantener la producción y la calidad durante un período prolongado con precios sumamente bajos, será muy necesario contar con un programa de investigación coordinado y bien orientado.

Las repercusiones del ajuste estructural en la producción de semillas y en la comercialización de semillas y de cacao también han sido positivas y negativas. En los sectores de semillas a que se refiere la investigación, los mercados son actualmente reducidos y su capacidad potencial de crecimiento incierta o baja. Es muy improbable que las empresas privadas de semillas concentren sus esfuerzos en el corto

plazo en satisfacer las diferentes necesidades de los pequeños agricultores, salvo en el caso del maíz.

Las juntas estatales de comercialización, aunque quizás sean ineficientes, han desempeñado diversas funciones; algunas veces han proporcionado servicios de extensión y fondos para investigar, además de asegurar el control de calidad para las exportaciones. Quizás la privatización haya conducido a una comercialización más eficaz, pero no para todos los grupos de agricultores y no en todos los sectores; además, probablemente haya causado una reducción de los fondos para la investigación y las actividades de extensión. La experiencia de la privatización de la Junta de Comercialización de Cacao en Nigeria indica que se debe prestar especial atención al mantenimiento del control de calidad.

Con respecto a las formas en que el ajuste estructural modifica el régimen de incentivos a los agricultores para que incorporen los cambios tecnológicos a la producción, uno de los efectos claramente positivos es que en general los precios al productor han mejorado, particularmente en los cultivos de exportación, y los productores reciben mayores proporciones de los precios mundiales.

La diferencia en los niveles de devaluación y de inflación, así como también el grado de dependencia de las importaciones, crearon una situación en la cual los precios de los insumos han llegado a ser en algunos casos más elevados y en otros más bajos. En la investigación no se abordó el tema de las fluctuaciones de los precios ni la disponibilidad de insumos.

Para los pequeños agricultores, quienes utilizan pocos insumos comerciales y son los que menos pueden asumir riesgos, el aumento de los precios al productor a menudo no ha compensado el incremento en los precios de los insumos. En general, los incrementos en los ingresos netos como resultado del ajuste estructural no han sido suficientes para inducir a los pequeños agricultores a introducir cambios tecnológicos.

Es evidente que los productores pobres tienen muchas posibilidades de mejorar la productividad –o de reducir la brecha existente entre la

tecnología aplicada y la frontera tecnológica-, por ejemplo mediante una difusión más amplia de las variedades mejoradas de semilla, un mejor mantenimiento de las plantaciones y lucha contra plagas y enfermedades del cacao, una mejor aplicación de los fertilizantes y otros productos químicos agrícolas, y mejores técnicas de gestión. Sin embargo, todo parece indicar que las actuales políticas de ajuste estructural son inadecuadas para reducir los riesgos y proporcionar incentivos seguros para ese grupo de productores.

### **Efectos en materia de políticas**

En esta primera investigación sobre un tema todavía inexplorado resulta evidente que el proceso de ajuste estructural y liberalización no contribuirá necesariamente, ni de manera uniforme, a mejorar las condiciones económicas e institucionales conducentes a una innovación tecnológica y una mayor productividad en la agricultura de los países en desarrollo. Resulta claro, además, que al no existir disposiciones sobre políticas, el carácter progresivo y el alcance de la reforma estructural deben determinarse con cuidado, según las condiciones especiales de cada país o sector; asimismo, los efectos y el nivel de aplicación deben vigilarse celosamente.

Los resultados indican que los efectos de la reforma estructural y, concretamente, las formas en que se modifica el régimen de incentivos a los agricultores, serán diferentes para los distintos tipos de agricultores (pequeños agricultores semicomerciales, pequeños agricultores comerciales y grandes agricultores comerciales) y para los distintos cultivos o tipos de cultivo (cultivos de exportación y cultivos alimentarios).

Por lo tanto, todo parece señalar que se requieren políticas que vinculen mejor las necesidades de producción para el mercado nacional de alimentos con las de competitividad en los mercados internacionales de productos agrícolas (posiblemente liberalizados). Ello influiría también en las prioridades y los objetivos de la investigación agrícola.

Hasta la fecha, las políticas del sector semillas se han desatendido o no se han tenido debidamente en cuenta en las políticas agrícolas. Las

políticas orientadas a los productores pobres deberían incluir mejores disposiciones para ese sector.

Esto plantea la cuestión de que las políticas orientadas al suministro de semillas mejoradas sean "apropiadas" para satisfacer las diversas necesidades de los pequeños agricultores y sus complejos sistemas de explotación agrícola, y que sean compatibles con dichas necesidades. En las condiciones de producción con pocos insumos de un pequeño agricultor, donde las variedades mejoradas sólo pueden proporcionar aumentos marginales de la producción, los productores posiblemente se preocupen menos de las características del rendimiento que de los aspectos de calidad, tales como el sabor, las propiedades de almacenamiento y otros.

Donde predominan los pequeños agricultores pobres y donde los mercados de semilla aún no se han desarrollado, la posibilidad de depender del sector privado de semillas para que preste los servicios necesarios posiblemente esté limitada en el corto plazo. Por lo tanto, convendría introducir medidas que estén basadas sobre todo en una producción y distribución de semillas descentralizada y basada en la explotación agrícola.

Las anteriores evaluaciones de las elevadas tasas de rentabilidad de la investigación han sido confirmadas por el estudio sobre arroz. Sin embargo, ya sea como consecuencia directa o indirecta del ajuste estructural, las instituciones nacionales de investigación agrícola experimentan dificultades para mantener los presupuestos de investigación y, en algunos casos, para mantener programas a largo plazo. Los problemas experimentados en el orden nacional pueden agravarse hasta cierto punto con el cambio de prioridades de los organismos bilaterales e internacionales de ayuda, los cuales proporcionaron una importante ayuda en el pasado. Por ejemplo, las cuestiones ambientales figuran actualmente entre las principales preocupaciones de los donantes, más que las de seguridad alimentaria.

La investigación ha demostrado que el equilibrio entre el sector público y el privado con respecto a la investigación agrícola está cambiando, y que la dicotomía entre lo público y lo privado resulta cada vez menos

clara. Además, sostiene que los argumentos sobre las fallas del mercado son válidos en lo que se refiere a la investigación agrícola y que el sector comercial privado no sustituirá la labor de las instituciones públicas ni asumirá el papel de éstas en la investigación básica a largo plazo, sobre todo en los países o sectores en que la capacidad potencial del mercado no es promisoría.

Las investigaciones agrícolas y el período de transición entre el éxito de una investigación y el incremento de la productividad son actividades a largo plazo; además, el apoyo a la investigación agrícola corre el peligro de ser sacrificado a favor de las exigencias de estabilización a corto plazo o de las medidas de ajuste estructural. Lo anterior parece contradecir los intereses de crecimiento y sostenibilidad a largo plazo de la producción agrícola, así como también las urgentes preocupaciones ambientales.

Si bien la investigación se ha centrado esencialmente en el ámbito nacional, algunas de las cuestiones normativas de que se trata trascienden las fronteras. Una de esas cuestiones de política, que se destaca en los estudios sobre arroz y cacao, es la caracterización y protección de los recursos fitogénicos, que constituyen el fundamento de los métodos tradicionales de genética vegetal y de las nuevas biotecnologías en fitogenética.

A pesar del papel más activo del sector privado en la investigación –especialmente en la de "frontera"– y de la mayor interacción entre los sectores público y privado, continuará siendo muy necesaria la investigación en el sector público y la intervención de los gobiernos en la determinación de las prioridades nacionales. Esto se aplica en particular a las situaciones en que hay fallas de mercado y se deben alcanzar objetivos sociales específicos, en el caso de las investigaciones básicas a largo plazo y en esferas tales como la protección y la utilización de los recursos fitogénicos.

En momentos en que la investigación agrícola nacional y los programas de desarrollo tecnológico en los países en desarrollo están sometidos a presiones, y en que la financiación a largo plazo y el apoyo a los centros internacionales de investigación agrícola no está necesari-

riamente garantizada, la innovación institucional y el papel de elementos que podrían denominarse agentes "catalizadores" o "intermediarios" adquieren cada vez mayor importancia.

En tal sentido, están surgiendo nuevas formas de colaboración entre los sectores público y privado, comercial y no comercial, en lo que se refiere a la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología; además, adquirirán mayor importancia a medida que aumenten y compitan entre sí las solicitudes a la comunidad tradicional de donantes y a los filántropos del sector privado.

El presente proyecto y otras investigaciones realizadas por el Centro de Desarrollo de la OCDE han ilustrado situaciones en las cuales las medidas de ajuste estructural han reducido la capacidad del sector público para seguir realizando sus actividades anteriores. En los casos en que los mercados no se han desarrollado o no están funcionando, la comunidad de donantes ha intervenido algunas veces para subsanar las deficiencias.

En otros, por ejemplo en la distribución de semillas en zonas a las que todavía no llegan los comerciantes privados, los Gobiernos han invitado a las organizaciones no gubernamentales a suplir esas deficiencias. Esos ejemplos subrayan, aún más, la necesidad de nuevas disposiciones institucionales que sean flexibles o de una función más amplia de los llamados "agentes intermediarios".

# **POLITICA TECNOLOGICA Y AGRICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE: DEL CONCEPTO DE SECTOR AGRICOLA AL DE CADENA AGROINDUSTRIAL**

**Ignacio Avalos Gutiérrez\***

## **INTRODUCCION**

Este ensayo intenta básicamente dos cosas. Por una parte, señalar algunas coordenadas que permitan construir una nueva visión de la agricultura, tomando en cuenta los cambios de todo orden que se experimentan en el mundo, incluidos, desde luego, los propios países de la Región. Por la otra, mostrar los fundamentos de una política tecnológica, diferente a la que ha prevalecido durante los últimos treinta años, que sepa recoger de manera adecuada esa nueva visión.

El trabajo se desglosa en cinco secciones:

En la primera de ellas se exponen los rasgos generales de la política tecnológica latinoamericana a lo largo del tiempo en que tuvo vigencia el modelo de sustitución de importaciones. Se muestra cómo las economías de los países de la Región pudieron funcionar sin hacer mayores esfuerzos por elevar su capacidad tecnológica y cómo el Estado, si bien se preocupó al respecto, lo hizo orientando los recursos hacia la creación y fortalecimiento del llamado "sector de ciencia y tecnología", compuesto por un conjunto de instituciones encargadas de ofrecer tecnologías al aparato productivo pero que, en definitiva, casi siempre actuaron divorciadas de él.

En la segunda sección se trata esa política en relación con el sector agrícola. Se estudia la concepción que se tuvo de la actividad agrícola —en un sentido como subordinada a la industria y, en otro, como desvinculada de ella— y se observa cómo, no obstante compartir el grueso

---

\* Consultor (Venezuela). El autor agradece la colaboración de la Lic. María Antonia Cervilla.

de sus rasgos esenciales, la política tecnológica presenta en este caso algunas particularidades dignas de interés.

En la tercera sección se examina el proceso de apertura de las economías latinoamericanas, poniendo el énfasis en la agricultura. Hay una muy básica descripción del nuevo modelo de desarrollo adoptado, así como de las nuevas realidades económicas que distinguen al mundo de hoy, en particular las que tienen que ver con el desarrollo tecnológico; todo ello con el fin de argumentar por qué la Región debe encarar con sentido de urgencia la tarea de hacer competitivo su aparato productivo.

En la siguiente sección se muestra la importancia que, en función de esta tarea, tiene el desarrollo tecnológico y la concepción y puesta en práctica de políticas distintas a las que han prevalecido en América Latina y el Caribe a lo largo de estos últimos treinta años. Hay una exposición más o menos detallada de las ideas y conceptos nuevos que alimentan la elaboración de esas nuevas políticas.

Finalmente, en la quinta sección se muestran las bases para construir una nueva política tecnológica referida al desarrollo agrícola. Se expone el concepto de "cadena agroindustrial", a partir del cual se pretende sentar el fundamento de una nueva visión de la agricultura y, al mismo tiempo, de una también nueva visión de la política tecnológica que coincida con aquella.

#### **Los planteamientos centrales de este trabajo**

El contenido de este ensayo puede quedar recogido en los siguientes diez planteamientos básicos.

1. A lo largo del tiempo en que tuvo vigencia el modelo de sustitución de importaciones, las economías de los países de la Región pudieron funcionar sin hacer especiales esfuerzos por elevar su capacidad tecnológica. La forma como se concibieron y aplicaron las medidas proteccionistas determinaron que el aparato productivo estuviera en condiciones de desenvolverse con cierta comodidad, sin el apremio de ser competitivo.

Si bien hubo alguna preocupación por el asunto, ésta sólo se plasmó en el apoyo, ciertamente importante en algunos países, al llamado "sector de ciencia y tecnología", compuesto por un conjunto de instituciones que eventualmente generarían tecnologías útiles al aparato productivo, pero que, en definitiva, casi siempre actuaron divorciadas de él.

2. Durante ese lapso, la agricultura estuvo, por lo general, subordinada a la industria y, además, poco conectada a ella. La política tecnológica fue, en el caso de la agricultura, muy similar a la adoptada en otros sectores, si bien presentó algunas características dignas de interés, en particular con respecto al papel que se le asignó a los organismos nacionales de investigación en la transferencia de tecnología extranjera.
3. Desde finales de la década anterior, los países de América Latina se han dado a la tarea de cambiar su modelo de desarrollo, como respuesta a los problemas que confrontan las propias economías nacionales y a los requerimientos que se desprenden del nuevo contexto mundial. Es decir, por un lado la tarea tiene lugar en medio de una crisis estructural ocasionada por la desaparición del esquema económico anterior y, como parte de ello, por los problemas ocasionados por la deuda externa; por el otro, se desarrolla en medio de un profundo reordenamiento en la economía internacional, en gran parte debido a las transformaciones tecnológicas que se vienen dando en los últimos años y a los nuevos esquemas de organización asociados a ellas.
4. La situación descrita es afrontada por medio de acuerdos internacionales con organismos multilaterales que intervienen en la renegociación de la deuda externa de los países de la Región. De allí nacen los programas de estabilización y los programas de ajuste estructural; a partir de ambos se persigue poner en marcha un nuevo modelo económico que, en lo esencial, busca abrir las economías locales, hacer que la economía funcione según las leyes del mercado, recortando por tanto el papel del Estado y, al final de cuentas, reestructurar el aparato productivo para que sea capaz de competir según los patrones establecidos a nivel internacional. Al

mismo tiempo, la Región se pone en condiciones de responder a las nuevas realidades del mercado; a tal fin, adopta las modificaciones tecnológicas y organizativas pertinentes.

5. En medio de esas circunstancias, todo parece indicar que el comportamiento de la producción agrícola tiene un papel determinante en el crecimiento económico de los países latinoamericanos. Sin embargo, dada la caída de los precios en la mayoría de los bienes agropecuarios producidos en la Región, la estrategia no puede seguir estando fundamentada en las ventajas comparativas naturales. Sobre la base de estas últimas hace falta un gran esfuerzo de industrialización y de capacitación tecnológica que permita, a largo plazo, la creación de ventajas comparativas dinámicas.
6. La posibilidad de que ello sea realmente así depende de un cambio del enfoque a partir del cual se ha puesto en práctica hasta ahora la estrategia agrícola, ajustándola a la concepción y a los esquemas de desarrollo económico que han empezado a regir en los países de la Región.

Hay que tener presente, asimismo, que las transformaciones han de darse en el marco resultante de los cambios en el modelo económico de los países de la Región, de la evolución de los mercados internacionales de productos agropecuarios, de las políticas proteccionistas adoptadas por las naciones industrializadas, de la creciente importancia que ha adquirido la dimensión ecológica en la actividad económica y de los cambios institucionales y tecnológicos que se producen a lo largo de la última década.

7. En semejante contexto, la concepción de la política tecnológica debe variar completamente con respecto a la adoptada durante el lapso de vigencia del esquema de desarrollo por vía de la sustitución de importaciones. En términos generales el viraje en su concepción se resume en el concepto de "Sistema Nacional de Innovación" (SNI). Desde el punto de vista institucional, éste último refleja mejor (si se lo compara con la idea del sector o del sistema de ciencia y tecnología) la naturaleza del desarrollo tecnológico y permite abordar de manera más eficiente la tarea de crear, difundir

**y utilizar conocimientos, mediante estrategias, políticas y esquemas organizativos que difieren de los que predominaron hasta ahora.**

**El concepto de SNI denota un conjunto de dispositivos organizativos y de mecanismos de funcionamiento que posibilitan la vinculación efectiva entre ciencia, tecnología, producción y mercado y, a partir de allí, la puesta en marcha de los procesos de generación, difusión y utilización de innovaciones. En otras palabras, alude a un esquema de organización institucional que permite juntar distintas capacidades (informaciones, conocimientos, destrezas, equipos, recursos financieros, etc.), ubicadas en diferentes instituciones (laboratorios públicos, centros de investigación universitarios, entidades financieras, empresas de bienes de consumo, fabricantes de maquinaria, firmas de ingeniería, centros de información, etc.) a fin de hacer posibles los procesos de innovación y, en general, de acumulación de capacidades tecnológicas.**

**El SNI representa, institucionalmente hablando, un espacio abierto, difícil de identificar como un "sector", constituido por una amplia trama de relaciones que envuelve a instituciones tanto públicas como privadas, tanto locales como extranjeras, cuyas actividades e interacciones generan, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías. Sobre este concepto debe estructurarse una política tecnológica diferente, capaz de articularse con una nueva visión de la agricultura.**

- 8. En efecto, el tratamiento convencional que se le daba a la agricultura dentro del modelo de sustitución de importaciones reposaba en la idea de que ella constituía un sector dentro del cual quedaba encerrada la producción agrícola primaria. Dentro de ese enfoque, el objetivo de la estrategia sectorial era el crecimiento de la producción agrícola, al margen de los efectos que pudieran generarse, bien hacia adelante, en dirección al consumidor, bien hacia atrás, en el mercado de bienes y servicios requeridos para la producción.**

**Hoy la óptica dominante desde la que se ve la actividad agrícola y su lugar dentro de las economías modernas es muy distinta. Desde**

esa perspectiva la actividad agrícola se considera parte integrante del sistema agroindustrial, el cual se entiende como un conjunto articulado de actividades económicas que se inician con la producción agrícola primaria y el abastecimiento de bienes y servicios requeridos para ella y que, adicionalmente, incluye el acopio, transporte, manejo poscosecha, almacenamiento, transformación industrial, distribución al mayor y al detalle, servicios de comida y consumo final de alimentos y otros productos de origen agrícola.

9. El sistema agroindustrial está compuesto por un conjunto de cadenas agroalimentarias, con distintos grados de estructuración e interdependencia, referidos a productos agrícolas primarios específicos. Cada cadena está compuesta por diversos agentes y actividades económicas, así como por diferentes canales de mercadeo o comercialización.

En términos operativos es necesario determinar ciertas cadenas productivas armadas en torno a una materia prima, a fin de identificar y organizar mejor a los diferentes actores (proveedores de insumos, centros de investigación, casas comerciales, entes financieros, productores, industriales, etc.). El papel de la industria dentro de las cadenas es cada vez mayor. Es el agente organizador y dinamizador de las cadenas agroalimentarias y, en la medida en que asuma claramente su función, debe convertirse en el factor fundamental para el crecimiento y mejoramiento de la productividad a lo largo de toda la cadena.

10. Los conceptos anteriores sirven para organizar una nueva visión de la actividad agrícola que, si bien no desestima la importancia de las "redes horizontales" concebidas para integrar esfuerzos e intereses entre los mismos productores agrícolas, pone el énfasis en el sentido vertical de la organización expresado en las mencionadas cadenas agroindustriales. La política tecnológica debe ser, entonces, concebida en función del "sistema de innovación" y de "cadenas agroindustriales", lo cual supone una doble ruptura conceptual: con la idea de "sector científico y tecnológico" y con la idea de "sector agrícola".

Institucionalmente hablando dicha ruptura trae consigo la necesidad de erradicar viejas divisiones burocráticas y de crear nuevos espacios organizativos para que se den los encuentros entre los diferentes actores de una cadena y para que el desarrollo tecnológico sea el fruto de la interacción entre esos agentes. La cadena agroindustrial y no tanto la unidad productiva individual, se constituye en la referencia fundamental de la política.

Esta debe apuntar hacia la conformación de esos espacios para que se den los debidos eslabonamientos a lo largo de cada cadena, tanto hacia atrás, con las agroindustrias proveedoras de insumos, como hacia adelante, con los encargados de la transformación, comercialización y distribución de la producción de bienes; se parte del hecho de que la industria es el eje de cada una de ellas y que los procesos de cambio tecnológico pueden iniciarse en cualquier eslabón de la cadena y difundir sus efectos a lo largo de ella, y que, dada la importancia de la agroindustria, ésta tiende a liderarlos.

## **POLITICA TECNOLOGICA EN LAS ECONOMIAS PROTEGIDAS**

En estas primeras páginas se examina la reciente historia económica de América Latina; se centra la atención en lo que fue y significó el modelo de sustitución de importaciones. No está de más advertir que la tarea será realizada de manera muy general, pasando por alto algunos aspectos y, sobre todo, las particularidades de cada experiencia nacional; todo ello sería de interés para un ensayo de otra naturaleza, pero no para lo que se pretende exponer aquí.

### **El modelo de la sustitución de importaciones**

El modelo de sustitución de importaciones se implantó después de la Primera Guerra Mundial, en los años treinta, en algunos países; en otros (la mayoría) se adoptó al término de la Segunda Guerra, a finales de los cuarenta y principios de los cincuenta. En ambos casos puede decirse, salvando las diferencias entre cada grupo de países y entre épocas, que fue principalmente la respuesta a la crisis económica que tuvo lugar a nivel mundial como resultado de la quiebra de los meca-

nismos del sistema financiero y de comercio internacional causados por las dos guerras y la Gran Depresión.

Desde luego, si bien el nuevo modelo fue la reacción ante las dificultades derivadas del contexto internacional, también desempeñó un papel importante cierta ideología modernizante de las élites políticas, partidarias de un desarrollo económico más integrado, menos vulnerable a las fluctuaciones de los mercados de materias primas y, en consecuencia, al deterioro de los términos de intercambio comercial con las naciones más avanzadas. En fin, una ideología que buscaba hacer del desarrollo de los países latinoamericanos algo más parecido al de los países más avanzados.

### **El proteccionismo como estrategia**

En su forma más general, el modelo de industrialización sustitutiva se armó, desde el punto de vista conceptual, alrededor de la idea de la "industria infantil", ampliamente tratada en la literatura sobre el tema. Dado que la Región carecía de experiencia industrial, vale decir, de las capacidades y destrezas de todo orden requeridas para montar y gerenciar el proceso manufacturero, debería concebirse —y así se hizo— una estrategia que, tomando en cuenta esa circunstancia y el rezago respecto a la industria a nivel mundial, previera ciertas medidas de apoyo inicial que le permitieran crecer y consolidarse como una actividad madura y competitiva.

Desde esa visión, el régimen de protección se constituyó en la esencia de la política que dio forma a la estrategia de desarrollo industrial. Por medio de diversos medios, el Estado procuró reservar el mercado local para la incipiente producción nacional, resguardando a ésta de la posible competencia extranjera. Aranceles, permisos de importación, subsidios, exoneraciones, créditos, conformaron el conjunto de medidas dirigidas a tal fin. En ese marco, la industria latinoamericana se desarrolló fundamentalmente dentro del mercado interno de cada país, mientras gran parte de las exportaciones se hacía desde la minería y la agricultura. En general, fue una actividad casi completamente divorciada del criterio de selectividad y, en la práctica, apuntó a la producción local

de la mayor cantidad de bienes, previamente traídos de afuera, sin prestar mucha atención al principio de las ventajas comparativas.

Se sabe de las consecuencias perjudiciales que tuvo esta estrategia para el proceso latinoamericano de industrialización. Entre nosotros las medidas de protección se pusieron en práctica sin condicionarlas al aumento progresivo de la productividad, medida ésta según patrones internacionales. En tal sentido, la experiencia latinoamericana contrasta claramente con la de países como Japón, en los cuales la reserva del mercado local se entendió en paralelo con un proceso de aprendizaje, catalizado por el Estado, que paulatinamente fue elevando las capacidades tecnológicas y gerenciales de la industria nipona.

Hoy predomina, así, el juicio negativo sobre el modelo económico de estos últimos tiempos. Hace falta, sin embargo, un análisis más equilibrado. Es cierto que en términos muy globales el saldo ha sido una industria excesivamente recostada del aparato estatal, fundamentalmente ensambladora, muy dependiente de insumos extranjeros y, a la vez, poco integrada "hacia adentro", y, por citar un último rasgo, tecnológicamente muy débil. Todo ello dio por resultado un aparato productivo muy poco eficiente, incapaz, desde luego, de competir en los mercados internacionales.

Sin embargo, hay que reconocer también que, aun con las deficiencias anotadas, la Región muestra un sector industrial que sin duda alguna representa un punto de partida importante para cualquier estrategia que se quiera desarrollar en adelante. En efecto, nuestros países tienen hoy un sector que pesa dentro de la economía de cada país desde el punto de vista del producto y del empleo, y cuentan con infraestructura y capacidades técnicas y gerenciales nada desdeñables.

#### **Desarrollo productivo con poca capacidad tecnológica**

La creación de una capacidad tecnológica endógena no fue una condición importante para el funcionamiento del modelo anteriormente descrito. No era, ni mucho menos, una de sus piezas básicas. Así, durante el lapso referido la Región no tuvo una verdadera política

tecnológica y, como se verá más adelante, de hecho esta última quedó diluida dentro de la política científica.

Dado que dentro de la economía latinoamericana el desempeño de la industria estaba principalmente supeditado a los niveles de protección y al conjunto de incentivos acordados por la política estatal, los beneficios económicos de las empresas rara vez estaban relacionados con su capacidad de innovación o de dominio sobre las tecnologías empleadas, a fin de cumplir ciertas exigencias en materia de calidad o de productividad. Se dependió casi totalmente de la compra de tecnología extranjera y ésta quedó entendida como una mercancía siempre disponible en el mercado, la cual se adquiría incorporada tanto en maquinarias y equipos, como en servicios diversos de asistencia técnica. En otras palabras, fue vista como un insumo que se podía comprar a fin de poder producir un determinado producto y para cuya selección, adquisición y uso no se requería un nivel de capacitación particularmente alto.

Llegados a este punto, quizá resulte clarificadora la distinción entre "capacidad de producción" y "capacidad tecnológica", acuñada desde hace algún tiempo en la literatura especializada (ver, por ejemplo, Bell 1982). Aquella es entendida como el conjunto de instalaciones, maquinarias y equipos, así como los conocimientos mínimos necesarios para operar un sistema de producción; la segunda, por su parte, equivale al dominio sobre ciertos principios científicos, diversas clases de *know how*, determinadas destrezas y rutinas que sustentan los productos, los procesos y métodos de producción, los materiales utilizados y los métodos de organización de la producción de una unidad productiva.

Disponer de capacidad tecnológica es, entonces, disponer de conocimientos e informaciones mediante las cuales la empresa puede hacer un uso óptimo de su capacidad de producción, así como también transformarla y reemplazarla.<sup>1</sup> Sobre la base de esta distinción puede afirmarse que, por lo general, las empresas latinoamericanas adquirieron capacidad de producción, pero no capacidad tecnológica.

Dentro de una economía que se movía conforme a las reglas derivadas del modelo de sustitución de importaciones, no cabía esperar que las empresas nacionales dispusieran de una estrategia de desarrollo

tecnológico. Era difícil que se trazaran una estrategia de innovación y de dominio tecnológico (uso adecuado, asimilación, adaptación, mejora de la tecnología comprada). Sólo algunas empresas llevaron a cabo actividades tecnológicas y las orientaron básicamente hacia la realización de ciertas modificaciones a las tecnologías importadas, hechas casi siempre de manera informal y aleatoria, como fruto de una "reacción defensiva" a problemas inesperados provenientes de la planta o del ambiente externo. Dichos cambios no solían ser "memorizados" por la empresa y, por tanto, no se integraron a un proceso de acumulación de capacidades "superiores" que mejorara sus posibilidades innovativas. El aprendizaje tendió, por lo tanto, a ser muy bajo.

En fin, a lo largo de este período económico se configuró un aparato industrial ineficiente que, no obstante, pudo desempeñarse con comodidad dentro de un mercado que el Estado reservó casi por entero a sus productos. Una combinación malsana de estatismo con proteccionismo hizo que la industria de los países de la Región casi nunca tuviera el apremio de producir mejor. Así las cosas, se pudo prescindir de la política tecnológica dentro de la estrategia de desarrollo productivo.

#### **Política tecnológica: de espaldas al sector productivo**

Sin embargo, durante el período de desarrollo a que nos venimos refiriendo, en los países de la Región siempre se puso de manifiesto, en especial por parte del sector público, cierta preocupación por el desarrollo científico y tecnológico. En el discurso modernizante de la élite política latinoamericana, el progreso económico aparecía indisolublemente vinculado al avance tecnológico.

Como fruto de ello, hoy puede encontrarse en la mayoría de los países una estructura constituida por laboratorios, investigadores y dispositivos institucionales y organizativos de diversa índole que, aunque con toda razón ha sido considerada insuficiente, reviste importancia. Es el resultado de una concepción estratégica y unas políticas a tono con los esquemas propios del modelo industrial del momento, nacidas de un repertorio de ideas que ponen en evidencia la manera como se entendió la promoción del desarrollo científico y tecnológico y su relación con la actividad económica.

En esta parte del presente trabajo se habla de esas ideas. Se lo hace de una forma general, sin entrar en las posibles diferencias entre los países e, incluso, sin llevar un registro de la manera como evolucionaron a lo largo de los años. En ellas se quiere retratar un enfoque que, en sus términos básicos, predominó en la formulación de estrategias y políticas científicas y tecnológicas en nuestros países. Y se pretende, por otro lado, contrastarlas después con nuevas concepciones teóricas y con los requerimientos que derivan para su formulación en términos de un modelo económico distinto. Esta última labor se emprende en otra sección del ensayo.

A continuación se exponen los rasgos centrales de la política tecnológica latinoamericana en los tiempos de la industrialización sustitutiva.

### **La preeminencia del sector público**

Siempre se supuso, a lo largo de los treinta y más años que estamos considerando, que al Estado le correspondía el grueso de las tareas inherentes a la promoción, orientación y regulación del desarrollo científico y tecnológico. Esto no significa, vale la pena aclararlo, que el Estado tuviera una participación sólida, como lo atestiguan las cifras comparativamente bajas referidas a la inversión en I+D, o al personal de investigación que se observan en todos los países de la Región.<sup>2</sup> Lo que aquí quiere ponerse de relieve es que el sector público latinoamericano no sólo tuvo a su cargo la formulación de planes de ciencia y tecnología, y la promulgación del conjunto de leyes y reglamentos que pretendían la implementación de aquellos, sino que tomó para sí la realización de las actividades científicas y tecnológicas.

Por encima de las deficiencias metodológicas que se le endilgan a los inventarios correspondientes –el marcado sesgo "cientificista" es la más notable de ellas– lo cierto es que, en números redondos, el Estado ha sido el responsable de alrededor del noventa por ciento de los recursos financieros asignados y, por citar sólo otro dato igualmente ilustrativo, un porcentaje similar de investigadores se desempeña en los laboratorios gubernamentales y universitarios, siempre a cargo del erario oficial.

De ese modo, dominó la idea de que la misión estatal era producir una oferta de conocimientos científicos y tecnológicos disponible para las empresas que tenía en gran parte el carácter de "bien público", es decir, no apropiable, y por tanto de libre acceso por parte de los interesados. La empresa quedó entendida como mera usuaria de esa oferta, sin que estratégicamente se le previera ninguna función importante dentro de la cadena que conduce a la generación y difusión de las innovaciones tecnológicas.

### **La ciencia como fuente única del cambio técnico**

Durante los años cincuenta y sesenta fue ganando terreno en casi todos los países de la Región la idea de apoyar la ciencia como algo indispensable dentro de la estrategia de desarrollo.<sup>3</sup> Durante ese lapso, si bien el propósito quedó mejor registrado en los discursos que en los hechos, el sector público latinoamericano dedicó esfuerzos y dinero a tal fin, logrando en varios países del área un "sistema científico y tecnológico" de cierta trascendencia.

En el transcurso de los años sesenta y setenta Latinoamérica ensayó una política centrada en la fundación de núcleos científicos de excelencia y la formación de investigadores de alto nivel, dirigida a llevar el aparato científico a un tamaño que, dadas las posibilidades de cada país, se aproximara en lo posible al nivel alcanzado por el mundo industrializado, adoptando en gran medida también muchas de sus características institucionales. Los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología que, en distintos momentos pero bajo un formato bastante similar, se crearon en los países de la Región, constituyen un evidente testimonio al respecto.

Hay, por detrás de la concepción arriba descrita un supuesto teórico expresado en lo que se ha denominado el "modelo lineal de la innovación", según el cual la innovación es el resultado de un proceso secuencial que comienza en el laboratorio científico, posiblemente en un descubrimiento básico, y termina, tras haber "quemado" varias etapas (investigación aplicada, desarrollo experimental, fabricación de equipos, estudios de mercado, etc.) en la utilización comercial del conocimiento.

Este enfoque, que "entuba" el proceso de innovación, ha tenido una marcada influencia en el diseño de políticas públicas latinoamericanas que enfatizan en demasía el rol del laboratorio científico en el desarrollo tecnológico. Al considerar al insumo científico como el principal dentro del proceso innovativo, se ubica dentro de la misma categoría todo tipo de innovaciones, se pasa por alto la importancia de otros insumos y capacidades y, por último, se reduce casi a cero el papel tecnológico del sector productivo.

Al fin de cuentas, el modelo lineal que venimos comentando explica por qué durante muchos años en América Latina puede hablarse de la existencia de política científica, pero no, o, en todo caso, no con la misma intensidad, de política tecnológica. En la práctica, la concepción lineal del cambio técnico terminó desdibujando a esta última, convirtiéndola en una parte integrante, de segundo orden, de la política científica.

#### **La oferta de conocimientos como condición suficiente**

La política científica y tecnológica latinoamericana agrupó todas sus esfuerzos en torno al objetivo de crear conocimientos en laboratorios ubicados fuera del sector productivo; se intentó, de esa manera, crear una capacidad de la que pudieran servirse las empresas. La médula de la estrategia fue la conformación y expansión de lo que conceptualmente se llamó (y aún se sigue llamando) el "sector científico y tecnológico", una suerte de reducto institucional, separado del sector productivo y encargado de "producirle" conocimientos y tecnologías a éste.

Así, en buena medida, la tecnología fue comprendida como un dato externo a la actividad económica, producida por instituciones especializadas –centros de I+D–, de la cual podían hacer uso las empresas conforme a sus posibilidades e intereses. Puestas de esta manera las cosas, el proceso innovativo quedó desconectado de la amplia gama de interacciones que se da entre las actividades innovativas y el mercado.<sup>4</sup>

Como veremos más tarde, lo anterior ha configurado una situación que difiere por completo de la de los países industrializados, en los cuales el sector productivo concentra la mayor parte de las capacidades

científicas y tecnológicas, y deja para las capacidades ubicadas fuera de él una función que es esencialmente complementaria y no sustitutiva de aquéllas (como sucede en nuestros países).

Aunque, en los hechos, el punto de vista dominante fue el "ofertista", también se trató de poner en práctica un "esquema de demanda", conforme al cual al Estado le correspondía regular la demanda a fin de orientarla hacia las capacidades existentes localmente. Las medidas del tipo "Compre Nacional", una de las vías empleadas para la protección de los mercados locales, se corresponden con esta perspectiva y, si bien sirvieron en algún grado como mecanismos de estímulo, no alcanzaron a alterar la esencia del enfoque. Siempre se trató —con el Estado como protagonista más relevante— de crear una oferta externa al sector productivo que eventualmente pudiera ser demandada por éste último.

Como consecuencia del rasgo señalado, el núcleo táctico de la política fue la vinculación del "sector de ciencia y tecnología" con el sector productivo. ¿Cómo hacer para que lo que aquel le ofrecía, éste lo utilizara? O, dentro de esquemas un poco más sofisticados, ¿cómo hacer para que los laboratorios pudieran detectar las necesidades de las empresas? El conocido "triángulo de Sábado" aportó un sustrato de organización al planteamiento, con el tercero de los vértices representando al Estado en su misión de unificador de los otros dos. La respuesta fue la creación de ciertos mecanismos de vinculación, incluida la constitución de algunos entes "mediadores" o de "interfase".

### La "tecnología propia" vs. la transferencia de tecnología extranjera

Los estudios sobre transferencia de tecnología abrieron lugar en América Latina a una cierta política tecnológica. Hasta entonces, y como ya se señaló en páginas anteriores, la política científica y tecnológica era, en rigor de términos y de hechos, mera política científica, dirigida a fortalecer el aparato de investigación. El análisis del mercado internacional de tecnologías, de las multinacionales, de los diversos canales de importación de tecnología, etc., dio paso a la política tecnológica, la cual siguió estando, sin embargo, ubicada en el contexto

teórico del modelo lineal de la innovación y considerada, desde luego, como subsidiaria de la política científica.

De las ideas anteriormente recogidas se desprendió una política que, consecuentemente, tuvo en su esencia una función reguladora y guardaba plena sintonía con la concepción imperante acerca de lo que debía ser la intervención del Estado en la actividad económica. A partir de ella se originó, en casi todos los países latinoamericanos y con variantes de relativa poca monta, una estructura jurídico-administrativa que tenía como propósito central contribuir a mejorar las condiciones de adquisición de la tecnología extranjera (sobre todo mediante el fortalecimiento del poder de negociación de la empresa nacional) y, asimismo, limitar la importación de dicha tecnología (mediante la definición de ciertos criterios conducentes a controlar su compra), en el entendido de que tal adquisición no sólo implicaba pagos cuantiosos y muchas veces injustificados, sino que, además, desestimulaba directamente el desarrollo científico y tecnológico endógeno.

Esto último revela que, desde el punto de vista de los planificadores del sector gubernamental, la importación de tecnología era un hecho casi intrínsecamente negativo, un mal necesario de carácter temporal que había que controlar a fin de posibilitar la creación de una capacidad científico-tecnológica propia en los países latinoamericanos.

En tal sentido, la política fue "endogenista", si cabe la expresión. Su desiderátum se enmarcó en la creación de una capacidad de generación de "tecnologías propias" y "nuevas" que permitiera al país disminuir la dependencia de la importación de tecnología extranjera. Como se verá luego, en relación con este rasgo, la política tecnológica para el sector agrícola fue bastante distinta.

Tal propósito se intentó al amparo de un "régimen de protección tecnológica" que formaba parte del régimen general de protección a la industria. Según ha quedado bien sentado en diversos estudios, de esa manera la "política oficial" dejó por fuera la estrategia de asimilación de tecnología, vale decir, la vía mediante la cual los procesos de compra de tecnología foránea se hacen complementarios de la creación de capacidades tecnológicas en el seno de las empresas locales.

## **POLITICA TECNOLÓGICA Y AGRICULTURA EN LAS ECONOMÍAS PROTEGIDAS**

En la agricultura también dominó la misma "filosofía económica" que guió la concepción del desarrollo industrial; se concretó en un esquema proteccionista similar, ajustado, desde luego, a condiciones que resultaban muy distintas debido a la propia naturaleza de la actividad agrícola, así como también la historia, mucho más dilatada, de este sector.

### **La agricultura: aislamiento y subordinación**

En la década de los años cincuenta y sesenta, según los casos, los países de la Región pusieron en marcha una estrategia de desarrollo agrícola fundamentada en la reforma agraria y el recetario de la sustitución de importaciones. Por intermedio de la primera se intentó la democratización del sector rural, con control de latifundismo y con regulación de la tenencia de la tierra y, de esa manera, reduciendo las migraciones del campo hacia las ciudades. Por medio del segundo se adoptaron medidas conducentes a incrementar la sustitución de importaciones y aislar la producción nacional de la competencia internacional. La amplia gama de subsidios a los productores y a los consumidores, el control de las importaciones, los esquemas de financiamiento, la política de precios, la creación de entes comercializadores y el apoyo gubernamental a la investigación y a la asistencia técnica, constituyeron el conjunto de medidas de las cuales se echó mano para promover el desarrollo agrícola latinoamericano.

Sin embargo, dentro del modelo de sustitución de importaciones la estrategia conllevaba la necesidad de acelerar el desarrollo del sector no agropecuuario, en particular de la industria. La ideología modernizante a la que antes hicimos referencia postulaba una disminución relativa de la importancia de las actividades primarias como algo lógico y deseable dentro del camino hacia el desarrollo económico de la Región. Fue dominante el propósito de disminuir la importancia relativa de la explotación de los recursos naturales y aumentar la de la fabricación de productos manufacturados, pero no se tuvo en cuenta, en el plano estratégico, la

construcción de ventajas comparativas dinámicas sobre las ventajas naturales que ofrecía para muchas áreas la actividad agropecuaria.

Así, y de acuerdo con las condiciones vividas por cada país, este sector ayudó por diversos medios al crecimiento industrial a costa de su propia expansión. Se transfirieron excedentes de mano de obra, de alimentos y materias primas para abastecer el sector industrial/ urbano, de ahorros que deberían aprovecharse para la acumulación de capital y, en muchos casos, oferta neta de divisas (IICA 1987).

En un balance escueto, esbozado únicamente con el fin de procurar un marco de referencia para las consideraciones que posteriormente haremos, se podrían señalar dos aspectos con referencia a la agricultura en los países de la Región.

En primer término, ésta no es capaz, después de treinta largos años, de mantener el crecimiento de la producción acorde con el aumento de la población y, en general, con las necesidades del desarrollo económico. Con relación a este punto cabe traer a colación dos cosas.

Por una parte, como consecuencia del proceso de urbanización que tuvo lugar en la década de los sesenta, se generó un cambio en el patrón de consumo de alimentos; se notó un desplazamiento de la demanda en contra de los productos tradicionales (cereales locales, tubérculos, raíces, leguminosas) y a favor de alimentos que, en un alto grado, provengan del exterior. Los cambios observados en la dieta fueron la consecuencia de cambios en los ingresos y los sistemas de mercadeo, pero también fueron consecuencia de la variación en los precios relativos, los cuales se afectaron tanto por las políticas gubernamentales de precios y subsidios como por la tecnología (Trigo y Rusten 1989).

Por otro lado, el desarrollo tuvo un fuerte sesgo en contra de la agricultura tradicional. Los factores inherentes a la demanda y a los precios, tanto de los productos como de los insumos, los cuales desempeñan un papel fundamental en el estímulo a la producción de un determinado rubro, constituyeron un importante incentivo para el desarrollo de cultivos no tradicionales, el descuido de los tradicionales y el aumento de las importaciones (Trigo y Rusten 1989).

En segundo lugar, junto al crecimiento insuficiente de la producción agrícola, hay que mencionar en este corto inventario la precaria y asimétrica articulación entre la agricultura y la industria donde, a diferencia de lo ocurrido en los países avanzados, la producción de alimentos básicos para el mercado interno y la población campesina en que esta producción se sustentaba, constituyen un sector sistemáticamente postergado en lo político y en lo económico por las estrategias de desarrollo.

Esto termina reflejándose en los distintos países de la Región —con la excepción de Argentina y Uruguay, donde los rubros básicos de exportación coinciden con los alimentos básicos de consumo interno— en una erosión sistemática del superávit externo del sector agrícola en esos productos y en el déficit externo creciente en aquellos insumos y maquinarias requeridos por el sector agrícola (Fajnzylber 1984).

En la mayoría de los casos, la agroindustria no sirvió para enlazar la agricultura con la industria, sino que tendió a desarrollarse como enclave orientado a la demanda internacional o mercados nacionales seleccionados; contribuyó a la configuración de una estructura dual que comprendía al mismo tiempo una agricultura moderna exportadora y una agricultura tradicional que giraba en torno al mercado interno y al autoconsumo. En fin, durante el tiempo de vigencia del modelo de sustitución de importaciones tuvo bastante peso la visión antagónica de los intereses de industriales y agricultores, y dominó una concepción demasiado estrecha de la actividad agrícola. Dada su importancia para lo que se está tratando aquí, este punto será considerado después más extensamente.

### **Política tecnológica y agricultura**

En otra parte de este ensayo se mostraron las líneas principales de la política científica y tecnológica existente durante el lapso en que los países de la Región se guiaron por el modelo de la sustitución de importaciones, sobre todo en lo que respecta a su sector industrial. En las líneas que siguen se contrastan con las características que asumió esa política en el sector agropecuario.

### **Predominio estatal: los sistemas nacionales de investigación**

El sistema de investigación agrícola se conformó, en casi todos los países de América Latina, con anterioridad a las políticas de sustitución de importaciones, y se mantuvo en buena medida al margen del "sector de ciencia y tecnología" de cada país. Asimismo las instituciones de investigación agrícola se adscribieron a los Ministerios de Agricultura y no a los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología; constituyeron un modelo organizativo que difiere en varios aspectos del establecido en otras áreas.

A partir de la Segunda Guerra Mundial se organizaron la investigación agrícola y el esquema de transferencia de tecnología al productor. En aquellos tiempos había una toma de conciencia importante respecto al papel que podía desempeñar la tecnología en el desarrollo agrícola, tal como lo demostraba la exitosa experiencia de los países avanzados, en los que se presumía que era fácil la transferencia de resultados de un país a otro.

El modelo organizativo adoptado fue (y es todavía, aunque muestra, como veremos más tarde, signos palpables de agotamiento) el instituto público semi-autónomo, el cual logró atraer recursos relativamente importantes, mayores, en todo caso, a los destinados a otras áreas. Nació como respuesta al hecho de que se carecía de estructuras de investigación (o éstas eran demasiado precarias) y el Estado aparecía como el único capaz de conformarlas, máxime al tratarse de una actividad como la investigación agrícola, cuyos resultados (particularmente los derivados de la aplicación de las técnicas agronómicas) no eran fáciles de apropiarse en forma privada y cuyos destinatarios eran, por lo general, productores pequeños sin suficientes recursos. Además, el sector público se presentaba como el único que podía liderar la ejecución de programas de desarrollo tecnológico en nombre de intereses distintos a los de los agricultores, consumidores o importadores, por ejemplo (de Janvry *et al.* 1987).

Las capacidades científicas y tecnológicas de la mayoría de los países de la Región se orientaron más bien hacia el desarrollo de prácticas agronómicas. No se contó con capacidades importantes en lo que

atañe a insumos químicos y farmacéuticos, área dominada por las empresas transnacionales, y sólo con capacidades limitadas en lo que respecta a maquinaria agrícola.

La explicación, en ambos casos, reside en la doble circunstancia representada por los altos costos de IyD y las economías de escala, por un lado, y la limitación de los mercados locales y la casi inexistencia de comercio regional, por el otro (Trigo y Jaffé 1991). En este caso, y a diferencia de las tecnologías generadas por el aparato público de investigación, se trataba de tecnologías controladas por empresas privadas, tanto nacionales como extranjeras (compañías productoras o multiplicadoras de semillas mejoradas, productores de insecticidas, fungicidas y otros pesticidas, vendedores de fertilizantes, empresas productoras de alimentos y concentrados para animales, comercializadoras de maquinaria e implementos agrícolas, etc.). Así, mientras la transferencia de técnicas agronómicas y cierto tipo de semillas tuvo lugar por medio del sector público, el sector privado asumió un papel mucho más importante a medida que la tecnología se comercializaba mediante una variedad de insumos (de Janvry *et al.* 1987).

Aunque el desempeño de los aparatos nacionales de investigación no fue homogéneo en América Latina, es indudable que en muchos casos desempeñaron un papel relevante en el mejoramiento de las técnicas agropecuarias, la incorporación de nuevas tecnologías e, incluso, en la introducción de nuevos rubros. De hecho, y al margen de que se tratara o no de una política deliberada –pues a los fines del presente trabajo eso no es lo más importante–, las instituciones públicas se dedicaron preferentemente a la atención de los productores agrícolas de menor tamaño. Se refrendaba, así, la preeminencia de la función social que debían llenar dentro del medio agrícola latinoamericano.

En resumen, el sector público latinoamericano también prevaleció en la promoción del desarrollo científico y tecnológico agropecuario. De nuevo en este caso la mayoría de los recursos financieros provinieron de fuentes oficiales y la mayor parte de los recursos de investigación fueron ubicados en laboratorios gubernamentales y, en menor grado, en centros de investigación de carácter universitario, pero igualmente financiados en casi su totalidad por el erario público. Esta realidad queda en buena

parte explicada por el hecho de que se trabajó con tecnologías no apropiables o de difícil apropiación, además de que los sistemas legales dirigidos a resguardar la propiedad, estaban poco desarrollados.

Por su parte, el sector privado participó, como ya dijimos, en las áreas de equipos y productos químicos, sobre todo por medio de la importación de tecnología y de la presencia de empresas extranjeras ocupadas de la comercialización. Aquí es donde había mayores posibilidades de apropiación.

### **La oferta como criterio dominante**

Dentro del enfoque que ha guiado la formulación de la política científica y tecnológica para el sector agropecuario, también ha privado la atención sobre la oferta de tecnologías y no sobre la demanda de las mismas. Y eso ha sucedido en dos formas.

Por un lado, en el sentido de que lo importante es fortalecer los organismos de investigación en condiciones de suministrar tecnologías al sector productivo, vale decir, crear capacidades tecnológicas no dentro de éste, sino en instituciones externas a él. Desde ese punto de vista, el sector productivo es principalmente un usuario de tecnologías y no el núcleo de un proceso de acumulación de capacidades, el cual reside promordialmente en los centros de investigación oficiales y universitarios.

Por otra parte, este enfoque se manifiesta en una segunda deformación: la generación de una oferta que descuida los requerimientos de los productores. La estrategia de trabajo utilizada ha estado basada más en la oferta de información tecnológica que en la previa consideración de las limitantes tecnológicas principales a nivel de la unidad de producción (Trigo y Rusten 1989).

En general se consideraba que la tecnología, cuya utilización a nivel experimental determinaba los mejores rendimientos, era la mejor y debía ser transferida a los productores, haciendo caso omiso de las circunstancias de su finca y, sobre todo, de sus propias capacidades tecnológicas y gerenciales para asimilarlas y usarlas.

## **Visión trunca del proceso innovativo**

La política de los institutos nacionales de investigación latinoamericanos también adoleció de un cierto "cientificismo", en el sentido de concentrar casi todos, sino todos, los esfuerzos en la actividad de investigación, procurando, cuando más, la utilización de los resultados sólo a nivel experimental. En términos de la jerga especializada, se procuró la generación de inventos, pero no de innovaciones.

En otras palabras, se partió de una concepción estrecha de la cadena innovativa, ignorando las tareas de afinar, escalar y modificar adecuadamente los resultados para que pudieran ser introducidos en el sistema productivo. En fin, se le restó importancia a las tareas requeridas para producir y usar en forma masiva los resultados obtenidos a nivel experimental.

La percepción de una demanda uniforme –esto es, la inclinación a pasar por alto las diferencias asociadas a cultivos, regiones, tipos de productores– así como la tantas veces diagnosticada desarticulación de las actividades de investigación y de los servicios de extensión y la manera de entender a esta última –es decir, más como mecanismo para ofrecer tecnologías que para detectar problemas en las fincas–, no hicieron más que agravar la desvinculación de las tecnologías generadas en los centros de investigación respecto a las necesidades de sus eventuales beneficiarios.

## **El "convertidor tecnológico"**

Aquí estamos ante la característica que más distingue a la política relacionada con el sector agropecuario de la relacionada con el área industrial. La ya descrita figura del "sistema nacional de investigación agrícola" actuó principalmente como "convertidor tecnológico", es decir como un mecanismo ideado para facilitar la adaptación y difusión de tecnologías disponibles internacionalmente. La estrategia subyacente estaba apoyada en la existencia de tecnología (principalmente materiales genéticos) y en la aplicación relativamente generalizada de insumos y maquinarias desarrollados en los países industrializados (Trigo, Piñeiro y Sábato 1983). Por lo general no se orientaron los esfuerzos hacia el

desarrollo de tecnología propia, lo cual sí se observó en mayor medida en las universidades.

A las instituciones nacionales de investigación se las visualizó como una pieza dentro de una división del trabajo que incluía centros internacionales y subregionales a los que les correspondía la investigación de más largo plazo y de carácter aplicado, apoyada en la investigación básica realizada en las naciones más avanzadas y cuyos resultados eran puestos a disposición de los organismos nacionales a fin de que fuesen transformadas en tecnologías adecuadas al medio local. Se buscaba, en fin, que entre aquellos centros y los nacionales se diera una relación de complementariedad, aunque muchas veces las instituciones nacionales no dispusieran de una infraestructura que les permitiera replicar o desarrollar los productos o resultados de investigación entregados por el sistema internacional (Ardila 1991). Cabe decir que los organismos insertos en esta división del trabajo actuaban sobre la base de producir tecnologías de acceso público.

En suma, se trató de una concepción organizativa basada en las ventajas comparativas que para cada tipo de investigación se presumía en los centros internacionales y nacionales. A los primeros se los supuso con ventajas expresadas en el monto de sus recursos financieros, así como en la cantidad y la calidad de su personal, para emprender los trabajos de lo que convencionalmente se llama investigación aplicada, mientras que a los segundos se les encomendó la tarea de asimilar y adecuar los resultados logrados por aquellos. Se pensó que los institutos locales, conforme crecieran y maduraran, podrían encargarse de investigaciones ubicadas más "hacia arriba" en la cadena innovativa.

Esa orientación, ideada para hacer frente al desbalance existente entre las posibilidades científicas y tecnológicas de los países avanzados y los de la Región, sacándole provecho al desarrollo obtenido por aquellos, ha experimentado a lo largo de su historia ciertas distorsiones. En efecto, llevada a su extremo, provocó un descuido por el desarrollo de investigaciones de interés para los países latinoamericanos y, al mismo tiempo, deformó en alguna medida el patrón tecnológico y productivo al

introducir técnicas y variedades que no eran las más convenientes para la realidad socioeconómica latinoamericana.

### **Agotamiento institucional**

El modelo institucional y la política descritos tienen hoy menos sentido con el surgimiento de políticas económicas distintas, la transformación tecnológica (incluidos los aspectos institucionales dentro de los cuales ella se da) y, en buena medida como consecuencia de todo ello, con la aparición de actores nuevos que complementan, reemplazan o compiten con las funciones realizadas por los aparatos públicos de investigación. Está en camino, pues, una revisión profunda en el plano estratégico e institucional. En lo que resta del ensayo se aborda ese tema.

## **POLITICA TECNOLÓGICA Y APERTURA DE LAS ECONOMÍAS**

El intento de implantar un nuevo patrón económico en la Región ocurre en medio de hondas transformaciones a nivel mundial que apuntan hacia la configuración de un nuevo "modelo civilizatorio". Los cambios se dan en todos los planos y plantean situaciones críticas diversas, tanto en su forma como en su intensidad, que se desprenden en gran parte del desajuste surgido entre un nuevo paradigma tecnológico y el conjunto de condiciones económicas, políticas, sociales y culturales. Ante tales cambios, las ideas prevalecientes hasta ahora explican cada vez menos y, desde luego, se han quedado cortas las instituciones que a duras penas pudieron funcionar en los últimos tiempos.

### **Hacia la "globalización restringida" de la economía**

No es éste el lugar para hacer un inventario minucioso de los cambios que se están produciendo, pero sí de señalar, apretadamente, la configuración de un nuevo contexto económico internacional como consecuencia de la modificación de los patrones de crecimiento de las economías más avanzadas, la variación en el peso relativo de cada una de ellas dentro de la economía mundial, el surgimiento de nuevos actores, la expansión del comercio mundial y el intento de modificar sus

reglas y, por último, aunque no por ello menos relevante, el enorme celo puesto en el uso de los recursos naturales, así como también en el resguardo del medio ambiente.

En el trasfondo de esos cambios se observa un proceso de globalización de la actividad económica, hecho posible gracias a los grandes avances en el campo de las telecomunicaciones y, en general, de la informática. Se trata de un proceso que recientemente se ha puesto en marcha y que se manifiesta por la tendencia hacia:

- ▶ La producción, distribución y consumo de bienes y servicios a partir de estructuras organizativas de carácter mundial.
- ▶ La formulación de estrategias económicas mundiales por parte de las empresas.
- ▶ La producción en función de mercados mundiales.
- ▶ La configuración de grandes alianzas internacionales.

Paradójicamente, el proceso de globalización se está dando a la par de otro dirigido a la formación de bloques comerciales protegidos, hecho que ha adquirido especial relevancia con referencia a la agricultura, como se verá posteriormente. Pero, en todo caso, y por encima de esta contradicción, lo cierto es que el mundo va evolucionado hacia la creación de espacios económicos mucho más amplios, como se pone de manifiesto en los acuerdos entre los países europeos, el Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México y, por citar otro caso, los convenios comerciales entre Japón y los países del sudeste asiático. Igualmente se encuentra evidencia de ello en los numerosos y variados acuerdos que se están gestando entre los mismos países latinoamericanos, así como entre éstos y las naciones de otros continentes.

Lo señalado en el párrafo anterior no disminuye –y vale la advertencia– la importancia de la proximidad territorial a los fines de la actividad económica. Hoy la competitividad está muy ligada a la posibilidad de que productores, usuarios intermedios y clientes mantengan una relación muy cercana, de marcado tinte cooperativo, lo cual se ve enormemente

facilitado por la cercanía geográfica. En este sentido, la contigüidad de los actores productivos sigue siendo un activo económico (Pérez 1992).

### **Hacia una economía basada en la materia gris**

Las sociedades actuales están viviendo la terminación del modelo que rigió la actividad económica desde las postrimerías de la Segunda Guerra Mundial –el de la industrialización "fordista"–, caracterizado por su rigidez organizativa, la importancia de las economías de escala y su orientación hacia la producción de bienes y servicios estandarizados. Al mismo tiempo encaran las mutaciones asociadas a la adopción de un nuevo modelo, cuyos rasgos preeminentes son la flexibilidad organizativa, la creciente importancia de las llamadas economías de cobertura y su inclinación hacia la satisfacción de una demanda cada vez más segmentada en la cual el consumidor "personaliza" sus necesidades. Esto último está ocurriendo no sólo en el mercado de bienes industriales, sino también en el mercado agrícola.

Estos cambios son la consecuencia, no solamente, pero sí de manera determinante, de una honda transformación tecnológica. Se suele decir que estamos ante una verdadera revolución generada por la aparición de nuevas tecnologías asociadas a la biotecnología, la informática, los nuevos materiales y las fuentes alternas de energía, las cuales afectan radicalmente todos los aspectos envueltos en la actividad de producción y distribución de bienes y servicios.

En efecto, se crean nuevos espacios económicos y se destruyen otros como resultado de la aparición de nuevas oportunidades tecnológicas que forman mercados diferentes y, por otra parte, de la desaparición de ciertas maneras de producir que se vuelven no competitivas; se altera la estructura interna de los sectores productivos al surgir nuevas formas de competencia; se redefinen las relaciones interindustriales; varía el papel relativo de los sectores industriales dentro de la economía global; se propicia la transformación de las capacidades y destrezas de distintos tipos y niveles en el personal empleado en determinadas industrias; se afecta la composición de la demanda agregada al alterar el patrón de distribución del ingreso; cambia la división internacional del trabajo al modificarse los patrones de intercambio entre los países;

ocurren transformaciones en el sistema financiero (desarrollo de mercado de capitales, de capital de riesgo, etc.).

Las nuevas tecnologías están acompañadas por un nuevo modelo organizativo y gerencial, basado en conceptos de máxima flexibilidad y agilidad de respuesta, mínimo inventario y cero defectos, cuya expresión organizativa e institucional más acabada es la japonesa. Estas dos líneas de cambio convergen y se complementan de tal manera que han llegado a constituir un nuevo modelo de eficiencia productiva, aplicable en casi todas las ramas de la producción de bienes o servicios. Su incorporación en una rama tras otra va estableciendo niveles de productividad, calidad y capacidad de respuesta significativamente superiores a los que hasta ahora venían determinando la competitividad en los diferentes mercados (Pérez 1991).

Los cambios en el orden científico y tecnológico se están dando, como ya se apuntó, a una gran velocidad. Se ha señalado que dentro de no más de cinco años, el cuarenta por ciento de los productos que hoy se encuentran en el mercado desaparecerán e, igualmente, que el cincuenta por ciento de los productos que se venderán en los próximos diez años todavía no se conocen. Ambos datos revelan, desde luego, una tasa acelerada de obsolescencia tecnológica.

Estas y otras señales indican un aumento significativo de la importancia del conocimiento como sustento de la actividad económica. Así lo pone de manifiesto el crecimiento de la participación de los bienes intensivos en tecnología, es decir de bienes para los cuales la clave de la competitividad reside en el "valor tecnológico agregado", dentro del flujo total de intercambios comerciales a nivel mundial. La tasa de crecimiento de todos los productos primarios, registrada en las exportaciones mundiales para el período 1980-1989, fue del dos por ciento, mientras que la de todos los productos manufacturados fue del ocho por ciento.<sup>5</sup>

Asimismo, dentro de éstos, el mayor crecimiento fue el experimentado por los bienes más intensivos en tecnología, asociados principalmente a la informática y la microelectrónica. Por otra parte, ya se advierte en algunos países que la inversión en IyD (y en general en "intangibles") se

empareja con la inversión en planta y equipos, dándose la circunstancia de que el Japón ya la sobrepasó (Kodama 1991).<sup>6</sup>

Hay, entonces, una tendencia hacia la "desmaterialización" del proceso productivo, es decir, la menor utilización relativa de materias primas y la mayor incorporación de "intangibles". Si hubiese que resumir su significado, podría decirse que la economía de los países depende cada vez más de las ventajas creadas por su gente y relativamente menos de las ventajas heredadas de la naturaleza.

Estas realidades han dejado a un lado los análisis tradicionales acerca del cambio técnico. En efecto, dentro de la moderna teoría económica, este último no es más el famoso "factor residual" de carácter extraeconómico, a partir del cual se analiza el fenómeno del crecimiento. Los nuevos modelos explicativos han puesto a la tecnología en el corazón mismo de sus planteamientos teóricos y ya son capaces de determinar que las solas tasas de acumulación de capital físico no explican todo el crecimiento, sino que existe un alto grado de asociación entre éste y el desarrollo tecnológico y, en general, el aumento de su capital humano.

### **Los países de la Región frente a los cambios**

Desde finales de la década anterior, los países de América Latina se han dado a la tarea de cambiar su modelo de desarrollo, como respuesta a los problemas que confrontan las propias economías nacionales y los requerimientos que se desprenden del nuevo contexto mundial. Por un lado la tarea tiene lugar en medio de una crisis estructural ocasionada por el vencimiento del esquema económico anterior y, como parte de ello, por los problemas ocasionados por la deuda externa; por el otro, en medio de un profundo reordenamiento en la economía internacional, en gran parte debido las transformaciones tecnológicas que se vienen operando en los últimos años y a los nuevos esquemas de organización asociados a ellas.

La situación descrita es afrontada mediante acuerdos internacionales con organismos multilaterales que intervienen en la renegociación de la deuda externa de los países de la Región. De allí nacen los

programas de estabilización y los programas de ajuste estructural. Con los primeros se busca la corrección de los desequilibrios en la balanza de pagos (equilibrio externo) y la reducción de la inflación (equilibrio interno); mediante los segundos se subrayan los cambios en la estructura productiva.

Con ambos se persigue poner en marcha un nuevo modelo. Por trajinado, éste no precisa ser tratado con mucho detalle. Tres rasgos alcanzan para hacer una descripción suficiente para este trabajo.

Se trata, en primer lugar, de comenzar un proceso, en general acelerado, de apertura de las economías locales, lo cual se pretende hacer por intermedio del establecimiento de una tasa de cambio competitiva, la reforma comercial (basada en la reducción de aranceles y eliminación de las barreras cualitativas) y la reforma financiera (en buena parte destinada a hacer más flexible el régimen de inversiones extranjeras y de transferencia de tecnología).

En segundo término se trata de que la economía latinoamericana se rija por las leyes del mercado. En función de ese objetivo se persigue la disminución de la intervención estatal por medio de la "privatización" y la "desregulación" del proceso económico. Igualmente, y apuntando en similar dirección, se desea reducir el tamaño del sector público.

Finalmente, se trata de auspiciar la selectividad en la selección de los sectores productivos, procurando el desarrollo de aquellos en los que se dispone de mayores ventajas. Valga la acotación aquí de que no se trata de dejar de lado los que representan ventajas comparativas naturales, sino de construir sobre éstas las ventajas comparativas dinámicas que derivan de la industrialización y de la tecnología.

A fin de cuentas todo se resume en la idea de reestructurar el aparato productivo para que sea capaz de competir según los patrones establecidos a nivel internacional, poniéndose en condiciones de responder a las nuevas realidades del mercado, adoptando las modificaciones tecnológicas y organizativas pertinentes.

No corresponde recoger aquí las críticas al modelo que se quiere implantar, sobre todo en lo que atañe a los tiempos y las formas en que se quieren hacer las cosas y, sobre todo, al costo social que muchos le cargan. Sólo se dirá algo, un poco más adelante, en la medida en que guarda relación directa con el tema. Por ahora debe quedar claro que, en términos de lo que plantea el actual esquema de desarrollo y las circunstancias internacionales que le rodean, cada país como un todo y sus empresas en particular sólo podrán desempeñarse de manera eficiente por vía de su capacitación tecnológica.

Esto es así porque la competitividad se basa, no solamente, pero sí de manera indispensable, en la capacidad de innovación que puedan tener las empresas a fin de generar productos o servicios distintos, o de cambiarlos y mejorarlos, todo ello para poder mantener o aumentar su participación en mercados cada vez más dinámicos. Esto supone, desde luego, exigencias que varían según las empresas y los sectores productivos.

La elevación de la capacidad tecnológica no se plantea igual para cada caso y las necesidades de modernización tecnológica son de diferentes tipos y niveles y se encaran de distinta manera. No es la misma, en ese sentido, la situación de una empresa textil que la de una empresa biotecnológica o, por citar otro ejemplo, la de una pequeña empresa electrónica que la de una gran empresa agroindustrial. No sólo porque los requerimientos tecnológicos son distintos, sino porque las posibilidades de encararlos y las formas de hacerlo, así como los costos en que se incurre por no enfrentarlos, son también disímiles. Pero, cualquiera sea el caso, cada quien a su manera y conforme a sus particulares circunstancias tendrá que elevar su nivel tecnológico.

### **La agricultura dentro del nuevo modelo**

Dadas las nuevas circunstancias, todo parece indicar que el comportamiento de la producción agrícola tiene un papel determinante en la reactivación general de las economías de los países latinoamericanos. La agricultura se plantea como un sector clave para "volver a crecer" en un contexto de articulación con el mercado mundial que refleje mejor sus verdaderas ventajas comparativas a largo plazo.

La secular caída de los precios experimentada por la mayoría de los *commodities* agropecuarios resalta la debilidad de cualquier estrategia basada principalmente en la explotación de las ventajas comparativas naturales de esos productos (Trigo 1991).

Por otro lado, debido al lento crecimiento industrial y a las dificultades que plantea a las exportaciones manufactureras de la Región el proteccionismo impuesto en las naciones avanzadas, en muchos casos será la agricultura la fuente principal de ahorro de divisas mediante una estrategia de sustitución de importaciones, desarrollada, no a partir de mercados protegidos y monedas sobrevaluadas, sino de apertura económica y restablecimiento del equilibrio en el sistema de precios (de Janvry *et al.* 1987).

La posibilidad de que ello sea realmente así depende de un cambio del enfoque a partir del cual se ha puesto en práctica hasta ahora la estrategia agrícola, ajustándola a la concepción y a los esquemas de desarrollo económico que han empezado a regir en los países de la Región, teniendo presente que las transformaciones han de darse en el marco resultante de los cambios en el modelo económico de los países de la Región, de la evolución de los mercados internacionales de productos agropecuarios, de las políticas proteccionistas adoptadas por las naciones industrializadas, de la creciente importancia que ha adquirido la dimensión ecológica del desarrollo y de los cambios institucionales y tecnológicos que se están produciendo a lo largo de la última década.

### ***La apertura comercial y sus costos***

La apertura de la economía pretende replantear el desarrollo agrícola, cambiando la visión de un sector por un lado protegido y, por otro, abandonado por la industria, y convertirlo en un punto central para la recuperación económica latinoamericana por medio de una notoria rebaja de los aranceles, y en general de los esquemas de protección, la liberalización de la importación de insumos y el estímulo a las exportaciones, todo ello en términos de lograr una inserción distinta en los mercados internacionales.

En tal sentido, el proceso de apertura de las economías latino-americanas debería ser comprendido como el medio para reiniciar el proceso de desarrollo económico. En comparación con el modelo cerrado inherente al período de la sustitución de importaciones, la apertura podría crear, en principio –más adelante se discute esta apreciación– un ambiente más favorable para el desarrollo agrícola a largo plazo. Sin embargo, en la actual coyuntura podría tener un impacto negativo debido al incremento de los precios de los insumos agrícolas importados, a la caída del financiamiento para el sector, simultáneamente con el aumento de los costos financieros y la elevación de las tasas de interés (Hernández y Martel 1990).

Todos estos aspectos, de alguna manera presentes en la mayoría de los países de la Región, tienden a desestimular la inversión agrícola y a retardar su modernización tecnológica, precisamente cuando la apertura expone más al sector al mercado internacional y requiere que sea más competitivo.

### ***El proteccionismo de los países avanzados***

La superación de los obstáculos mencionados, la creación de una agricultura más fuerte, menos dependiente del Estado y más competitiva depende en gran medida de los esfuerzos que se hagan por hacerla más productiva. Pero no basta. En otras palabras, la competitividad no depende sólo de la productividad. En el caso de la agricultura es evidente el papel que desempeñan en ese sentido las políticas proteccionistas adoptadas por los países desarrollados.

En efecto, los postulados de la globalización y del funcionamiento de economías plenamente abiertas, sin fronteras (supuesto detrás del cual están las nuevas políticas de desarrollo latinoamericanas, inspiradas por los organismos internacionales), sólo se cumple parcialmente (a veces demasiado parcialmente) en la realidad.

Debido a la mayor competencia en los mercados mundiales, durante las últimas décadas las naciones industrializadas han aplicado diversas medidas (cuotas, subvenciones de distinto tipo y con diferentes propósitos, limitaciones voluntarias a la exportación, medidas compensatorias

y antidumping) con el fin de proteger su agricultura. Así, entre 1966 y 1986 la proporción de importaciones afectadas por medidas no arancelarias aumentó en más del veinte por ciento en el caso de Estados Unidos, casi cuarenta por ciento en el Japón y sesenta por ciento en la Comunidad Económica Europea.

Entre 1980 y 1985 las subvenciones a la agricultura aumentaron en un ochenta por ciento en Estados Unidos, sesenta por ciento en el Canadá y veintinueve por ciento en el Japón. Y, por ahora, el GATT no ha arrojado resultados muy positivos en cuanto a lograr la eliminación total o al menos parcial de las barreras proteccionistas que distorsionan el mercado internacional.

Las exportaciones latinoamericanas han tenido mermas considerables por las políticas de protección desplegadas por europeos, norteamericanos y japoneses. Rubros en donde Latinoamérica tiene ventajas naturales, tales como soya, trigo, carnes, productos lácteos o maní, tropiezan con dificultades para la exportación por estar dirigidos hacia mercados fuertemente intervenidos; asimismo, la venta de productos que apuntan hacia ciertos nichos del mercado internacional, tales como frutas frescas y flores, y en la cual países como Chile y Colombia han tenido éxitos notables, se ven también entorpecidos por ingeniosas y con frecuencia "heterodoxas" barreras no arancelarias.

Nada de esto guarda relación, desde luego, con las políticas de casi total apertura comercial adoptadas por los países de la Región, ni tampoco con el recorte del papel del Estado en el proceso de desarrollo productivo.

## **LOS GRANDES VIRAJES EN LA CONCEPCION DE LA POLITICA TECNOLÓGICA**

De acuerdo con lo dicho hasta ahora, durante mucho tiempo en América Latina la agricultura no sólo fue un sector de menor importancia que el industrial sino que, incluso, se consideró que debía servir de apoyo, según las condiciones de cada país, al desarrollo de este último. Las relaciones entre ambos sectores fueron vistas en buena medida

como antagónicas, en el marco de un intercambio que, por lo general, resultó perjudicial para la agricultura.

Estas ideas descansaron en la presunción de que el proceso de modernización de las sociedades depende del grado en que se industrialicen y dejen de tener en las actividades de producción primaria su principal fuente de crecimiento económico.

A continuación se muestran los datos sobre los que se está construyendo una nueva visión de la agricultura y, asimismo, se señalan los cambios que se vienen operando en la concepción de la política tecnológica. En la última sección del trabajo se unen ambos temas, al tratar de precisar cuál sería la política tecnológica que mejor coincida con la nueva manera de entender la agricultura.

### **Hacia una nueva visión de la agricultura**

Las nuevas realidades, tanto domésticas como internacionales, están abriendo paso a un cambio muy hondo en la consideración del desarrollo agrícola, así como del papel que le toca desempeñar dentro de las economías latinoamericanas. Ese cambio está asociado a tres aspectos centrales: las rápidas y profundas transformaciones tecnológicas, la progresiva industrialización de la agricultura y la creciente importancia de la dimensión ecológica del desarrollo.

Ellos, como se verá, son los "datos" que fundamentan el apremio por contar con una nueva visión de la agricultura y representan, asimismo, el conjunto de condiciones dentro de las cuales hay que diseñar los rasgos básicos de una política tecnológica distinta para la actividad agrícola.

### ***La revolución tecnológica***

Los cambios tecnológicos a los que se hizo referencia en otra parte del ensayo –vale decir, en síntesis, la transición hacia un paradigma tecno-organizativo postfordista– repercuten profundamente, como cabe suponer, en el desarrollo de la agricultura y, desde un punto de vista más amplio, en el sistema agroalimentario.

Dadas las nuevas circunstancias económicas, también ya descritas y que, en resumen, señalan claramente la tendencia hacia una actividad productiva cada vez más intensiva en conocimientos, la innovación organizativa y el desarrollo tecnológico se constituyen en las bases del progreso del sistema agroindustrial.

En efecto, las nuevas tecnologías están transformando la forma de producir alimentos y hasta el concepto mismo de agricultura. No se trata sólo del control de los procesos mecánicos que están envueltos en esta actividad, sino de la reducción de su tradicional dependencia de factores agroclimáticos y biológicos, con relación a lo cual los avances previstos a mediano y largo plazo con la biotecnología serán de enorme importancia.

Hay, por otro lado, poderosas señales indicativas de la modificación de los patrones de consumo. El movimiento se dirige hacia la demanda más personalizada de alimentos, en donde lo determinante son ciertas características particulares y no el precio o la cantidad. La satisfacción del gusto personal tiende no sólo a segmentar los mercados, sino a hacerlos más cambiantes y provisionales. En tal sentido, la biotecnología encierra un potencial casi ilimitado no sólo para la generación de procesos nuevos orientados a producir de mejor manera bienes ya conocidos, con mercados establecidos, como la insulina y los edulcorantes, sino también para la creación de productos completamente nuevos.

No todos los cambios y mejoras en la productividad derivan de cambios en las técnicas de producción, transformación, empaque o distribución, sino también de innovaciones organizativas o sociales, es decir, cambios que afectan la forma en que se arman y se estructuran las relaciones dentro de las unidades productivas, así como los nexos entre ellas. Estas innovaciones son tan importantes como los cambios tecnológicos "duros" y de ellas dependen, en buena medida, la eficiencia y rapidez con que pueden llevarse a cabo estos últimos, y al fin de cuentas, desde luego, el desarrollo global del sistema agroindustrial.

### ***Cambios institucionales***

El desarrollo científico y tecnológico no sólo se ha hecho más determinante desde el punto de vista económico, sino que, a la vez, ha ido modificándose el marco jurídico e institucional dentro del que tiene lugar. En este sentido se hace imprescindible mencionar al menos tres aspectos.

En primer lugar, dentro de la composición de las nuevas reglas de juego que pretenden regir el comercio internacional, se están reforzando los esquemas jurídicos e institucionales destinados a garantizar la mayor protección posible sobre el conocimiento. No sólo se observa la modificación de las legislaciones nacionales de los países industrializados, sino que hay presión para la modificación de los sistemas legales de los países subdesarrollados y para que se implante al respecto un régimen con vigencia internacional.<sup>7</sup>

Las discusiones de la Ronda Uruguay sobre el tema son una demostración palmaria en este sentido y muestran cómo la protección intelectual se inserta en el actual contexto económico internacional y se convierte en un instrumento desventajoso para los países menos desarrollados desde el punto de vista tecnológico. La intención es, al fin de cuentas, engarzar el sistema de propiedad intelectual con el sistema internacional de comercio.

Desde el punto de vista de las naciones industrializadas, este objetivo se aviene perfectamente con la "globalización" de la economía. Lo que se persigue es que las empresas puedan escoger el lugar para la producción de acuerdo con las ventajas de localización y surtir desde allí el mercado internacional, confiadas en la existencia de un régimen jurídico homogéneo que limite la copia tecnológica, autorice los llamados monopolios de importación y excluya la licencia obligatoria.

En relación con la agricultura, los cambios en el régimen de propiedad legal sobre el conocimiento se han venido sucediendo desde hace varios años y han contribuido a poner en manos del sector privado una parte cada vez más importante de la dinámica del desarrollo agrícola en esta área. La apropiación de las tecnologías de base biológica se ha

convertido en un aspecto cada vez más importante y en ello la aparición de la biotecnología representa un nuevo acicate.

En segundo lugar, el proceso de desarrollo tecnológico es, cada vez más, un hecho que depende de la configuración de redes institucionales de distinto tipo.

La innovación es, en muchos casos, el resultado de una conjunción de capacidades repartidas en diferentes instituciones de un mismo país o de varios mediante la realización de acuerdos interorganizacionales de diversa naturaleza.

La cuantía de los recursos que se requieren, así como la complejidad y los riesgos asociados al desarrollo tecnológico, han puesto de relevancia la importancia de la creación de alianzas complementarias que sirven para potenciar los esfuerzos de cada uno de los socios individuales. También han servido para subrayar la relevancia de los llamados "sistemas nacionales de innovación", un esquema organizativo diferente al que tradicionalmente se ha denominado el "sector de ciencia y tecnología", del cual se habla en otra sección de este trabajo.

Al fin de cuentas, la capacidad innovadora y, en general, la competitividad parecen ser más un asunto colectivo, atinente a un sector o una rama industrial, que una cuestión relacionada con empresas individuales.

Por último, están cambiando la forma y el grado en que interviene el Estado en la promoción y la orientación del desarrollo científico y tecnológico. Dado que este tema se tratará posteriormente, por ahora basta con decir que los cambios se están dando dentro del marco de la cooperación –por medio de múltiples arreglos institucionales– entre el sector público y el sector privado.

### ***La industrialización de la agricultura***

Lo que ha distinguido siempre a la agricultura de otras actividades productivas ha sido su extrema dependencia con respecto a la naturaleza. Han sido las condiciones naturales las que fijan el patrón biológico mediante el cual se da la transformación de la energía solar en alimentos

y se precisa el ritmo a que deben crecer las plantas, su tamaño y la cantidad y la calidad de su fruto.

Historicamente, el desarrollo de la actividad agrícola se ha medido por lo que el hombre ha sido capaz de hacer para controlar la naturaleza y superar las limitaciones que ésta ha impuesto a las actividades de producción. Alejarse de las determinaciones del clima o de los suelos ha sido un propósito cada vez más importante al tiempo que las sociedades han crecido y se han urbanizado y, por lo mismo, ha aumentado también la necesidad de producir alimentos. Se ha tratado de reducir la importancia de la naturaleza, no sólo dominándola mediante la mecanización de un buen número de actividades o el empleo de diversos tipos de agroquímicos, sino por la "reelaboración" de muchos productos agrícolas o, incluso, su reemplazo (el ejemplo de las fibras sintéticas es muy claro al respecto).

Con relación a este último aspecto, la biotecnología encierra un enorme potencial. Para algunos autores (George 1984), los alimentos del futuro serán "alimentos fabricados", elaborados no de materias primas de origen animal o vegetal *per se*, sino a partir de sus elementos constitutivos, los que se combinarán para elaborar nuevos productos (por ejemplo caseína y lactosa en vez de leche).

Según esta visión, en el futuro será más apropiado hablar de dos industrias: *food extraction* y *food recomposition*. La primera separaría las proteínas, almidones, azúcares y sabores; la segunda los combinaría de nuevo -purificados, estabilizados y tal vez biológicamente modificados- para convertirlos en nuevos "alimentos" u "objetos comestibles". Esto implicará nuevas y más grandes exigencias de calidad (mejoras en el gusto de los alimentos, menos ingredientes químicos, más producción según especificaciones).

De las dos modalidades descritas arriba, es decir, aumentando el control sobre la naturaleza y reemplazando algunos de sus productos, se observa claramente un acentuado proceso de industrialización en la producción de alimentos y de otras materias primas de origen agrícola.

Los cambios, tanto los derivados de las ciencias biológicas y del amplio espectro de disciplinas que se conectan con ellas, como los ocurridos en los otros campos de las nuevas tecnologías, particularmente de la microelectrónica y la informática, comienzan a conformar un nuevo patrón de organización de la producción que estrechará de manera creciente la relación de la producción primaria con el procesamiento agroindustrial y el mercadeo, adaptando la materia prima a los requerimientos de estas fases y, al mismo tiempo, ampliando las posibilidades de uso de materias primas alternativas o de sus ingredientes clave.

De esa manera, las nuevas tecnologías no hacen sino ahondar más en una tendencia, observable desde hace algún tiempo, hacia la industrialización de la actividad agrícola. La agricultura se ha transformado en un estadio del sistema agroindustrial, en el cual entran insumos con un alto nivel de tecnología incorporada para producir una serie de bienes agrícolas que, a su vez, sirven de materia prima para complejos procesos agroindustriales. Por ello en muchos países avanzados sólo el diez por ciento del valor agregado de los alimentos se produce en las fincas, mientras que el cuarenta por ciento proviene de los insumos y el cincuenta por ciento restante del procesamiento industrial y la comercialización (Trigo y Rusten 1989). Dicho de otra manera, entre 1975 y 1985 el valor de la producción de las fincas decreció un cincuenta por ciento, mientras que el valor del resto de los insumos se triplicó (Levins y Lewontin 1985, citado en de Janvry *et al.* 1987).

### ***La "agricultura sostenible"***

El tema ecológico está de nuevo presente, pero con variantes esenciales con respecto a las proposiciones pioneras generadas desde el Club de Roma hace más de veinte años. El Informe Brundtland (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo 1987) refleja muy claramente la óptica con la que se trata el tema en la actualidad. Desde un punto de vista regional, el Informe de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (1990) es igualmente revelador.

Asimismo, en su tónica de los últimos tiempos la CEPAL ha dicho que la Región se encuentra en una encrucijada histórica. Esta exige una

gran transformación productiva, hecha en condiciones de democracia política, al amparo de un modelo económico abierto y que, al mismo tiempo, sienta las bases de un sistema socialmente equitativo. Sin embargo, agrega, los esfuerzos en esta dirección podrían frustrarse si no se realiza de manera racional la gestión de los recursos naturales y del medio ambiente (el capital natural) (CEPAL 1991).

En términos de los objetivos de este trabajo, cabe indicar que se trata de acentuar la relevancia que tiene la adopción de un nuevo paradigma tecnológico y organizativo que tome en cuenta el aumento relativo de los costos de la energía, la necesidad de conservación de los recursos naturales y diversas consideraciones ecológicas y climáticas globales que, en definitiva, hagan posible una "agricultura sostenible".<sup>8</sup>

El aumento de los rendimientos y de la productividad agrícola deben armonizar con las condiciones ambientales; de allí que los alimentos deben generarse en aquellos cultivos que, además de ser eficientes desde el punto de vista tradicional, lo sean también desde el punto de vista ecológico. Como lo expresa la FAO, la "sustentabilidad" deriva de la armonía del uso de los recursos físicos por las especies más eficientes, que son aquellas que han alcanzado la mayor adaptación ambiental.

En ese sentido, quizá pueda decirse que un nuevo credo económico se empieza a nuclear en torno al concepto más general de "desarrollo sostenible". En términos muy simples, éste ha quedado definido como el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Por detrás del concepto hay tres premisas básicas, de universal aceptación, al menos en su enunciado teórico.

La primera indica que no es posible separar el medio ambiente de la actividad económica y que las políticas económicas y las políticas ambientales deben ser parte de una misma política de desarrollo.

La segunda le da al problema ecológico un carácter mundial, al establecer que no existe "independencia ecológica" y, por tanto, cada problema es de todos los habitantes de este planeta. En virtud de la

tercera premisa se reconoce, sin embargo, que hay diferencias entre países desarrollados y subdesarrollados en cuanto a su participación en las causas del deterioro del medio ambiente y en las consecuencias que de allí derivan, según lo muestra nítidamente el hecho de que menos del veinte por ciento de la población mundial consume el ochenta por ciento de los recursos naturales y es responsable del setenta y cinco por ciento de la contaminación; desde luego, las responsabilidades en la preservación y mejoramiento del entorno son, entonces, absolutamente diferentes. El desarrollo de la agricultura moderna debe ser entendido, de ese modo, dentro del marco conceptual que ofrecen las anteriores ideas.

### **Un nuevo cuerpo de ideas como fundamento de la política tecnológica**

Se dispone hoy de ideas distintas que dan pie a la formulación de una política que contraste de manera sustancial con la que prevaleció en los últimos treinta años. Aquí se muestran los aspectos en donde tienen lugar los cambios más profundos en lo que atañe a la concepción y aplicación de políticas tecnológicas. En esencia se trata de cuatro grandes virajes en el plano conceptual.

#### ***La ubicuidad de la innovación***

La visión del proceso innovativo sustentada por el ya mencionado modelo lineal ha sido contrastada por diversos estudios. Por ejemplo: Price y Bass 1969; Langrish *et al.* 1972; Jevons 1972; Gibbons y Johnston 1974, quienes muestran que las relaciones entre la actividad científica y tecnológica son bastante más complejas de lo que aquel modelo presume, suelen darse en diversas direcciones y la forma en que finalmente ocurren depende de una gran variedad de factores (la rama industrial, la empresa, el laboratorio, el tipo de tecnología).

Así, la innovación no es solamente, y en muchas ocasiones ni siquiera principalmente, el producto directo del conocimiento salido del laboratorio, sino el resultado de un conjunto de conocimientos muy diversos, originados en distintos lugares de acuerdo con un proceso multidireccional en donde la retroalimentación entre las diversas fases, agentes y formas de conocimiento representa la clave. Se postula un

modelo no lineal de la innovación que, a diferencia del anterior, parte de una interpretación menos mecánica, la cual ubica al proceso de innovación dentro de una complicada y cambiante división del trabajo en la que intervienen centros de investigación científica, centros de investigación tecnológica, firmas consultoras y de ingeniería, empresas de bienes de consumo, fabricantes de equipos, etc.; el proceso puede iniciarse a partir de cualesquiera de ellos.

En suma, ante la concepción lineal ha cobrado forma una concepción "dialéctica" (o "multifactorial") de la innovación.<sup>9</sup> En el seno de estas ideas se le permite un espacio propio a la política tecnológica, diferente al de la política científica, aunque se reconocen, desde luego, los vínculos indispensables entre una y otra.

Asimismo, se disminuye y reinterpreta, al mismo tiempo, la función de los laboratorios dentro del proceso de innovación tecnológica y se muestra a este último como institucionalmente mucho más complejo. Al final de este trabajo se verá cómo esta visión del proceso innovativo está en la raíz del concepto de "Sistema Nacional de Innovación".

### ***La "capacidad intramuros"***

Lo que cuenta para una economía son los recursos tecnológicos que logre acumular en su sector productivo. Los laboratorios y otras instituciones coadyuvan a que esto sea posible; su papel, aunque imprescindible, es de carácter complementario, jamás sustitutivo.

Desde el punto de vista teórico, lo anterior se explica por la naturaleza misma de la tecnología en tanto que conocimiento, por el carácter altamente particular, con respecto a cada empresa, del cambio técnico y por los problemas asociados al control de la tecnología, razones todas que determinan que la misma empresa deba disponer de su propia capacidad (Nelson 1990).

La realidad de los países desarrollados nos dice, por su parte, que de cada diez investigadores, ocho trabajan en la industria; asimismo, por lo menos la mitad de la inversión en ciencia y tecnología corre por cuenta del sector productivo y alrededor del ochenta por ciento de toda

la inversión es "ejecutada" por este último, lo cual significa que incluso una porción importante de los recursos aportados por el sector público se gasta en la industria. Aquí reside una diferencia crucial entre estos países y los países subdesarrollados.

En Latinoamérica, por ejemplo, quizá uno de cada cien científicos se desenvuelva en el medio productivo y las empresas no aportan ni el cinco por ciento de la inversión total en ciencia y tecnología, aparte de que el financiamiento aportado por el Estado se destina, en su mayor parte, a la ejecución de proyectos que corren por cuenta de instituciones del mismo sector público.

Sin negar su evidente importancia, la tarea principal que, desde el punto de vista estratégico e institucional, deben acometer los países de la Región para su desarrollo tecnológico no es, pues, tratar de que se dé la debida vinculación entre una oferta de tecnologías desarrollada fuera del sector productivo (en el "sector" científico y tecnológico) y las propias empresas, sino la construcción de una capacidad tecnológica en el propio seno del sector productivo.

Esto marca el abandono de las políticas "ofertistas" diseñadas desde el "sector de ciencia y tecnología", vigentes durante mucho tiempo y, junto a ello, también el abandono de la idea de que el sector productivo es un mero usuario de las tecnologías que se le proporcionan desde afuera.

En términos aún más concretos, lo dicho implica también la necesidad de que el Estado no se ocupe tanto de financiar la innovación fuera del sector productivo, como de apoyar el dominio tecnológico dentro de este último, tomando en cuenta los procesos de acumulación de capacidades, no sólo vistos en términos de las empresas individuales sino de los que tienen lugar en el marco de las conexiones que se establecen entre ellas, así como con los usuarios de sus productos. De esto último hablamos un poco más adelante.

### ***La idiosincracia tecnológica de cada rama productiva***

La capacitación tecnológica del sector productivo no se da al mismo nivel ni de la misma manera en todas las ramas productivas. Las exigencias tecnológicas son distintas en cada caso y son tratadas de diferente manera. Así, hay sectores que "consumen" innovaciones realizadas por otros, hay unos intensivos en ciencia, otros no, etc.<sup>10</sup> Ello conduce a la necesidad de prever estrategias que marquen las diferencias y respeten la "idiosincracia tecnológica" en cada caso. Esto es algo que en América Latina no se ha hecho a la hora de pensar en estrategias y políticas.

### ***La interacción tecnológica***

Aquí aludimos a un tema que tiene particular importancia con respecto a lo que se trata en el trabajo. Como se verá progresivamente, en su tratamiento coinciden varios aspectos fundamentales para el diseño de políticas tecnológicas e industriales, en particular el asociado a la viabilidad de un desarrollo económico fundamentado en la participación de empresas pequeñas y medianas.

### ***Lo pequeño es hermoso vs. lo grande es eficiente***

La predilección política por las pequeñas empresas viene de muy atrás en América Latina; en muchos casos se tradujo en una visión casi idílica de la pequeña empresa, expresada en lo que casi fue una ideología, siempre recogida en la política industrial, aunque topara con la terca realidad de un mundo gobernado por firmas gigantescas. Así las cosas, lo grande era eficiente, a pesar de que lo pequeño fuera hermoso.

La hegemonía de las empresas de mayor tamaño se ha explicado en buena medida por la existencia de un modelo bastante rígido de organización de la producción, el fordista, cuya clave radicaba en la producción masiva de bienes homogéneos. Podría llegar a decirse que, dentro de él, quien producía más producía mejor; la clave del éxito era la especialización como medio de lograr economías de escala. Este no era, desde luego, el marco más favorable para los pequeños y medianos productores.

Como ya dijimos, el esquema fordista ha perdido vigencia a lo largo de las últimas dos décadas; fue reemplazado por un modelo elástico de organización, posible en gran parte en virtud de los progresos en el campo de la microelectrónica, que es capaz de encarar la transformación continua de los mercados, así como su creciente especialización (éstos son cada vez más "personalizados") y de conjugar la necesidad de lograr a un tiempo economías de escala y la permanente diferenciación de productos y servicios.

Ante la transformación continua de los mercados, la flexibilidad organizativa es un requisito para que la industria pueda responder a tiempo y con acierto. Al contrario del anterior, en este modelo las empresas de menor tamaño pueden lograr un mejor desempeño que las grandes. Casi podría llegar a señalarse que la flexibilidad institucional es inversamente proporcional al tamaño.

Estamos, pues, en tiempos en que lo pequeño, además de hermoso, puede ser eficiente. Esto no significa (pues sería ir contra uno de los hechos económicos más fácilmente palpables) que las grandes empresas estén saliendo del juego económico, sino que éstas tendrán que incorporar (ya lo están haciendo, de hecho) modos de organización que les permitan tener la versatilidad que, por naturaleza, tienen las pequeñas, a fin de tener un desempeño adecuado ante las nuevas realidades del mercado. Eso explica el hecho de que en muchas de las grandes empresas tengan lugar procesos de desintegración vertical y descentralización productiva, con el fin de conseguir estructuras más maleables. En ese sentido, en muchos sectores industriales se está dando lo que se denomina un proceso de "concentración descentralizada". El caso de la biotecnología es muy claro al respecto.

A su vez, las firmas pequeñas y medianas tienen que incorporar, sin perder su flexibilidad, algunas características de las grandes, a fin de hacer frente a un mercado más dinámico y especializado pero que al mismo tiempo mantiene, aunque de otra manera, las exigencias impuestas por las economías de escala. ¿Cómo hacerlo?

La respuesta apunta hacia la organización de la producción a partir de la constitución de redes empresariales que establezcan entre sí una

división del trabajo, hasta cierto punto comparable al que, dentro de las pautas propias del fordismo, establecían las empresas grandes a través de su patrón interno de organización. <sup>11</sup>

### *Redes institucionales*

La capacidad tecnológica de un país no pareciera ser la simple suma de las capacidades que se encuentran en cada empresa individual. El eje de la actividad industrial no es la empresa aislada, sino las redes institucionales dentro de las que se anillan suplidores, clientes y hasta competidores. En este sentido, la competitividad depende de la densidad y permanencia de las relaciones que establecen las empresas unas con otras, bien sea organizadas en sentido "horizontal" o "vertical".

En el primer sentido, se trata de agrupaciones de empresas similares (productores de plásticos, de café, etc.); en el segundo, de agrupaciones de empresas que participan "aguas arriba" y "aguas abajo" a lo largo de una "cadena" orientada a generar un determinado bien, como por ejemplo todos los agentes (fabricantes de equipos, agricultores, comerciantes, transportistas) relacionados con la producción y venta de alimentos concentrados para animales.

Los textos modernos de economía industrial enseñan que la competitividad tiene carácter "sistémico" (Porter 1990); por eso la empresa exitosa es aquella que, independientemente de su tamaño, forma parte de una red institucional de este tipo que, a su vez, ha sido posible insertar en un entorno general favorable.

En otras palabras, la competitividad es un hecho que depende cada vez en menor grado de las decisiones que conciernen a las empresas individuales y cada vez más de un proceso que relaciona a cada empresa con su ambiente (otras empresas similares, suplidores de materias primas, usuarios, fabricantes de equipos, firmas de ingeniería, centros de investigación), por medio de decisiones que sirven para asociar intereses e integrar esfuerzos.

En el campo específico del desarrollo tecnológico, la existencia de redes institucionales permite un proceso de capacitación tecnológica

para todos sus integrantes, mediante un amplio abanico de actividades (incluidas las de investigación y desarrollo, intercambio de información, programas conjuntos de entrenamiento, compra de tecnología, etc), el cual resultaría difícil de llevar a cabo en forma aislada, sobre todo, aunque no solamente, en las pequeñas y medianas empresas. Estamos frente a lo que se ha llamado un proceso de "aprendizaje por interacción" ( Andersen y Lundvall 1988).

Dentro de sus múltiples modalidades, buena parte del desarrollo tecnológico de la actualidad se da a partir de un tejido institucional dentro del cual se conjugan esfuerzos, informaciones y capacidades de empresas y centros de investigación, tanto nacionales como extranjeros, en función de la creación de tecnologías que luego se comparten. El intento por conformar redes que sirvan para engranar a las pequeñas y medianas empresas y a éstas con las grandes, tal como han sido aquí referidas, tiene una importancia vital en términos de los reclamos lógicos en una economía más abierta y, por ende, competitiva. Allí radica en gran parte el éxito y hasta la supervivencia de muchas de las empresas de la Región.

### ***El dominio tecnológico***

Las consecuencias económicas de los cambios técnicos dependen directamente de su tasa de difusión y no de la primera utilización de la innovación. El proceso social crítico que debe ser analizado con el mayor cuidado es el de la difusión, mucho más que el de invención o innovación (Rosenberg 1979). A la consideración de este asunto dedicamos las próximas páginas.

Desde el punto de vista teórico, y aunque en la práctica las distinciones no sean tan fáciles de ver, el cambio tecnológico puede entenderse como un proceso general que incluye tres procesos parciales, que suelen interactuar estrechamente entre sí.

El primero es el proceso de invención, el cual se refiere a la generación de ideas para fundamentar nuevas tecnologías o mejorarlas; el segundo es el proceso de innovación, el cual tiene lugar cuando los inventos logran ser transformados en aplicaciones prácticas que de

alguna manera modifican la actividad productiva; el tercero es el proceso de difusión, el cual toma cuerpo cuando se generaliza la adopción de las innovaciones y deja sentir sus efectos de transformación, a lo largo de toda la estructura económica, en una determinada rama industrial o, de manera aún más específica, en un segmento reducido de productos.

En la Región, el tema de la difusión se ha visto opacado, tanto en el tratamiento académico del desarrollo tecnológico como en la concepción de políticas. En ambos casos el tema y las estrategias de innovación "propia" han monopolizado la atención, no obstante la mayor importancia que tiene, sobre todo para países como los latinoamericanos, la difusión de tecnologías provenientes de las naciones más avanzadas.

Tradicionalmente el proceso de difusión se trató entre nosotros de una manera muy simple, como un proceso de "divulgación" de innovaciones entre sus potenciales usuarios; lo importante era darse cuenta de sus ventajas y poder pagar para adquirirlas. En esencia, se trató de un punto de vista "voluntarista" que suponía que todos los usuarios son iguales, que la nueva tecnología es un producto perfectamente terminado, listo para ser usado (ignorando, así, los cambios que han de hacerse para que la adopción por terceros pueda tener éxito) y que la información sobre la nueva tecnología está disponible para quien la quiera, razón por la cual el "problema tecnológico" de la unidad productiva comienza y termina con la "selección de técnicas".

Sin embargo, hoy la difusión no se ve a partir de un modelo que toma a las innovaciones como aisladas e invariables, sino a partir de otro que considera la difusión como una sucesión de innovaciones interconectadas y vinculadas a la emergencia, crecimiento, maduración y (algunas veces) declinación de una industria. Aboga por una explicación mucho más compleja de estos procesos, cuya consideración reviste enorme significación para los países latinoamericanos que son, por medio de la importación y la transferencia de tecnologías, usuarios de innovaciones difundidas desde las naciones industrializadas.<sup>12</sup>

Sin ánimo de entrar en mayores detalles, lo que interesa resaltar aquí es que el proceso de difusión implica un cambio constante de las

innovaciones y que requiere una capacidad tecnológica importante por parte de las empresas adoptantes, tanto para conocer su existencia, adquirirlas (lo cual implica destrezas en el campo de la evaluación, selección y comercialización), utilizarlas y assimilarlas.

En otras palabras, la estrategia de adopción de tecnologías (por parte de quienes no las han generado) supone transformarse en usuarios creativos o mejoradores incrementales de tecnología ya comercializada, y ofrecer bienes y servicios que sean más baratos, de mejor calidad o que incorporen más especificidades que sus competidores (OCDE 1988). Esto nos lleva a un nuevo asunto, íntimamente vinculado con la difusión de tecnologías: el del dominio tecnológico.

La historia proporciona varias lecciones para los países que llegan tarde al desarrollo industrial, cuando ya otros países han transitado varios años, han acumulado una vasta experiencia y están en condiciones de establecer el patrón fundamental según el cual ese proceso ha de darse entre quienes vienen detrás. Cabe hacer unas cortas referencias al respecto.

Tanto en Alemania como en Japón, rezagados a mediados del siglo diecinueve, o Corea en tiempos recientes, se observa que el objetivo central de su política industrial fue la adopción de las innovaciones tecnológicas que se producían en el exterior. El aparato institucional de su política tecnológica se orientaba principalmente hacia la identificación de nuevas tecnologías disponibles en el mercado internacional, a su adquisición y asimilación y a su adopción a lo largo de la industria local.

La capacidad tecnológica que se fue creando, principalmente mediante la formación de mano de obra altamente especializada, creación de institutos de investigación industrial y el fortalecimiento de su ingeniería, obedecía al propósito, no de generar "tecnologías nacionales", sino de adoptar las que se producían afuera. En pocas palabras, fue una estrategia centrada sobre todo en el dominio tecnológico.

La actual Italia, un país muy diferente a los anteriormente citados y bajo condiciones que tampoco tienen mucho que ver con las de aquellos, constituye también un exitoso ejemplo dentro del mismo tipo

de estrategia. Italia es un importador neto de tecnología y el relativo bajo contenido de investigación observado en sus productos industriales no ha impedido el logro de una alta tasa de progreso tecnológico, gracias a una estrategia de adquisición y rápida asimilación y divulgación de tecnología extranjera (Pérez 1992).

Los procesos de adopción de tecnología foránea se dan antes y de mejor manera si se dispone de un buen nivel de desarrollo científico y tecnológico (incluso la ciencia básica cuenta para estos fines). Muchos países han sabido orientar, en tal sentido, su aparato científico y tecnológico, a fin de darle soporte a la difusión de tecnologías foráneas, poniéndose en condiciones de construir su capacidad tecnológica a partir de la adquisición de tecnología extranjera, haciendo posible que se den eficazmente los procesos de identificación, selección y negociación de tecnologías, por un lado, así como también los de uso, adaptación y mejoras de esas mismas tecnologías por el otro.

El enfoque centrado en la idea de "dominio tecnológico" difiere del que se ha seguido durante los tiempos de vigencia del modelo de sustitución de importaciones. Por un lado, tiene poco que ver con la concepción lineal que sirvió para alimentar las estrategias apadrinadas por los organismos nacionales de ciencia y tecnología, armadas dentro de la idea de "tecnología nacional", cuyo actor casi único era el "sector científico y tecnológico". Por otro lado, se aparta también de la concepción predominante en el medio productivo, basada en la premisa de que la tecnología es una mercancía siempre disponible, que se adquiere sin otro requisito que no sea una cierta capacidad negociadora, la cual dio lugar a procesos precarios de modernización tecnológica, reducidos a la compra de maquinarias y equipos, sin que mediara la asimilación de la tecnología y sin que hubiese, en consecuencia, desarrollo tecnológico.

La idea de dominio tecnológico resuelve, en fin, un dilema esquizoide permanente en la política científica y tecnológica latinoamericana (desarrollo tecnológico nacional vs. compra de tecnología foránea), integrando los procesos de importación y difusión con los de generación por medio del dominio tecnológico. Por otro lado, permite terminar de superar la estéril dicotomía entre hacer y usar, entre la necesidad de formar investigadores o más bien utilizadores, entre la

utilidad de tomar riesgos en materia de creación o la conveniencia de solamente importar soluciones y aprender a usarlas (Snoeck, Sutz y Vigorito 1992).<sup>13</sup>

### ***A manera de síntesis: el Sistema Nacional de Innovación (SNI)***

En términos generales, el viraje en la concepción de la política tecnológica termina expresándose en el concepto de "Sistema Nacional de Innovación". Aquí se resumen los cambios de que se ha venido hablando en las últimas páginas.

Desde el punto de vista institucional, el SNI refleja mejor (comparado con la idea de sector) la naturaleza del desarrollo tecnológico y permite abordar de manera más eficiente la tarea de crear, difundir y utilizar conocimientos, mediante estrategias, políticas y esquemas organizativos que difieren de los que hasta ahora se han venido empleando de manera predominante.

El concepto de SNI denota un conjunto de dispositivos organizativos y de mecanismos de funcionamiento que posibilitan la vinculación efectiva entre ciencia, tecnología, producción y mercado y, a partir de allí, la puesta en marcha de los procesos de generación, difusión y utilización de innovaciones.

En otras palabras, el SNI alude a un esquema de organización institucional que permite juntar distintas capacidades (informaciones, conocimientos, destrezas, equipos, recursos financieros), ubicadas en diferentes instituciones (laboratorios públicos, centros de investigación universitarios, entidades financieras, empresas de bienes de consumo, fabricantes de maquinaria, firmas de ingeniería, centros de información, etc.) a fin de hacer posibles los procesos de innovación y en general de acumulación de capacidades tecnológicas.

El SNI representa, institucionalmente, un espacio abierto, difícil de identificar como un "sector". Esta constituido por una amplia trama de relaciones que envuelven a instituciones tanto públicas como privadas, tanto locales como extranjeras, cuyas actividades e interacciones generan, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías.<sup>14</sup> Implica,

por tanto, la existencia de diferentes responsabilidades institucionales, las cuales llevan a la conformación de un esquema plural de organización cuyo cometido es propiciar la integración de las capacidades que, desde diferentes lados, confluyen en el proceso asociado a la creación, difusión y utilización de innovaciones.

## **LA CADENA AGROINDUSTRIAL COMO OBJETIVO DE LA POLITICA TECNOLÓGICA**

Sobre las ideas que marcan la nueva concepción de la política tecnológica, corresponde ahora mostrar las líneas maestras por donde han de concretarse las reformas institucionales necesarias para encarar de la mejor manera posible las exigencias que derivan de la economía de mercado y de la apertura comercial para todos los países de la Región. Pero antes, y por motivos que terminarán de quedar claros al final de esta sección, se dedican algunas páginas a hacer ver la importancia que en estos momentos tiene la intervención del sector público en las economías de la Región. Esta es una pieza central de cualquier política tecnológica que tenga la pretensión de ser medianamente factible.

### **Un Estado más fuerte**

No parece ocioso hacer una pequeña digresión en torno a la necesidad de que el Estado intervenga y formule políticas orientadas a fortalecer la base tecnológica del sector productivo. Estos momentos en los que se exageran las virtudes del mercado, a la par que se ocultan sus limitaciones, la justifican ampliamente.

### ***El "darwinismo económico"***

La protección fue, como se dijo, uno de los trazos más firmes de la política económica latinoamericana. Se puso en práctica sobre la convicción de que la reserva del mercado interno para los bienes locales era una condición casi suficiente para que el aparato productivo madurara y, con el aprendizaje logrado a lo largo del tiempo, se hiciera cada vez más competitivo y, por ende, menos necesitado de apoyo estatal. Sin embargo, al cabo de varias décadas no puede decirse, como afirmación

de carácter global, que la economía regional sea productiva y competitiva conforme a los patrones internacionales.

Ahora se persigue lo mismo con un camino contrario: abrir el mercado y exponer a la economía latinoamericana a la competencia internacional, aguardando similares resultados, es decir, una economía a la postre más fuerte, válida de sí misma, capaz incluso de exportar.

Existe una gran confianza en la efectividad de los programas de estabilización y de ajuste estructural para corregir los desequilibrios macroeconómicos e implantar un conjunto de reglas de juego claras y estables, a fin de que los actores económicos orienten su comportamiento por señales dadas por el funcionamiento del mercado. Una de esas señales debe ser un llamado a la competitividad para poder tener éxito en condiciones de apertura. Sin embargo, poco se ha hablado y hecho en la Región respecto a las medidas que hay que tomar para elevar la eficiencia y la productividad del aparato productivo. Al Estado se le han venido recortando sus funciones y entre nosotros campea una suerte de "darwinismo económico", que postula como buena la política de que sobrevivan sólo los más fuertes.

Diversos hechos arrojan dudas sobre la reducción de la injerencia del Estado a su mínima expresión. En primer término, las medidas recomendadas por los organismos internacionales prestan escasa atención, si acaso prestan alguna, a la velocidad de respuesta del aparato productivo a las nuevas medidas, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos humanos o la capacidad institucional de las sociedades. Configuran una receta universal que mete en el mismo saco a todos los países, sin tomar en cuenta ni tamaño ni historia, cuando es evidente que sus posibilidades de hacerse competitivos son muy variables y, para la mayoría de los casos en la Región, reclaman tiempos bastante largos para casi todos los sectores productivos. Sobre todo, demandan acciones gubernamentales de distinta naturaleza e importancia, no sólo el libre accionar de las leyes del mercado, para hacerlo posible.

Por otra parte, nada indica que la apertura, por sí sola, traiga consigo la fortaleza tecnológica de la industria, así como la protección, en su momento y a su modo, tampoco dio tal resultado. La experiencia

de otros países y de diversas ramas industriales obliga, en tal sentido, a actuar con mucha cautela. Diversos estudios (ver, entre otros, Lall 1990) muestran, en efecto, que no puede darse siempre por descontada una relación automáticamente positiva entre apertura comercial, crecimiento económico y desarrollo tecnológico; en otro sentido, tampoco puede señalarse como inevitable una relación siempre negativa entre proteccionismo, atraso económico y atraso tecnológico.

La realidad se coloca siempre más acá de esas posiciones dicotómicas y su comprensión sólo es posible con investigaciones que indaguen hasta el detalle en las diferentes ramas productivas y en distintos tipos de empresa.

En consecuencia, la sola política de apertura económica (que en principio y en términos generales puede considerarse acertada) no alcanza para lograr un aumento en los niveles tecnológicos del aparato de producción, ni en su productividad. Depende de cómo se haga y a qué ritmo. En el cómo se incluye, sobre todo, una estrategia bien concebida y aplicada de aprendizaje tecnológico y gerencial, lo que, dicho sea de paso, no excluye que en algunos casos y durante determinados lapsos sea conveniente algún tipo de protección.

Por definición, ésta no es causante de ineficiencias, como lo demuestra la situación de muchos países, entre otros los Cuatro Tigres del Pacífico, un ejemplo tan socorrido para ponderar las bondades del mercado dentro de la discusión económica en Latinoamérica. Una reciente publicación del SELA (1990) resume en una frase casi lapidaria la médula del asunto: no se trata de pasar del proteccionismo indiscriminado al liberalismo anárquico.

Conviene advertir, finalmente, algo que es de por sí casi obvio: la inserción de la economía de los países de la Región no depende sólo de las políticas que cada nación elabore y de las estrategias que logre desarrollar, sino también, y de manera decisiva, de las estrategias y políticas que, por su parte, conciben y pongan en práctica los países industrializados. En relación con ellas poco es lo que pueden hacer las naciones subdesarrolladas si actúan individualmente, según ha quedado demostrado hasta la saciedad, por citar un sólo ejemplo, en las negocia-

ciones realizadas en el seno del GATT con respecto a la agricultura o la propiedad intelectual. Frente a esto –y valga el comentario al margen– la integración latinoamericana, mediante múltiples modalidades que sepan reconocer las nuevas circunstancias de la economía regional y mundial, se convierte en una condición que hay que cumplir de manera ineludible.

### ***La mano invisible del Estado***

Desde comienzos de los años sesenta (Arrow 1962), la teoría señala que las fuerzas del mercado no conducen a una óptima asignación de los recursos necesarios para el desarrollo de innovaciones. En este caso la tasa privada de retorno de los recursos asignados es generalmente mucho más baja que la tasa social de retorno. Las fallas del mercado y la discrepancia del interés público y el interés privado, <sup>16</sup> puestas de manifiesto por diversos autores en lo que concierne al monto y la orientación de los recursos que deben dedicarse a la producción de innovaciones, obedecen a varias razones, entre las cuales cabe mencionar dos.

En términos generales, la actividad innovativa es incierta por definición y, por tanto, la inversión en ella siempre comporta un nivel más o menos alto de riesgo, según las circunstancias.<sup>16</sup> Este hecho puede llevar a situaciones más o menos graves de subinversión si la decisión de asignar recursos a tal actividad se deja enteramente al arbitrio de las fuerzas del mercado, sobre todo si el monto de los recursos exigidos es muy alto.

Además, los resultados obtenidos de la actividad inventiva son, en mayor o menor grado, difíciles de apropiar por parte de quien hace la inversión para generarlos. Para decirlo en palabras de los economistas, representan externalidades sobre las cuales la empresa innovadora muchas veces sólo llega a tener un control relativo. De tal modo, los mecanismos del mercado no son siempre un medio idóneo para la asignación suficiente y adecuada de recursos para la innovación.

Sin embargo, la inoperancia del mercado (o, *a contrario sensu*, la necesidad de la presencia del sector público) no se muestra igual en

todos los casos. Es, pues, una inoperancia relativa. En efecto, está claramente establecido que la incertidumbre y, en consecuencia, el riesgo y los tiempos de duración requeridos para la aplicación del conocimiento, disminuyen a medida que se pasa de las investigaciones muy básicas a las de carácter más aplicado, de las innovaciones radicales a las innovaciones menores, de la creación más o menos original a la imitación o la copia e, igualmente, indica que la incertidumbre comercial es, casi siempre, mucho mayor en las innovaciones de producto que en las de proceso. Por otro lado, también es posible señalar que, en general, los grados de apropiación varían en la misma dirección.

Las inadecuaciones del mercado no son las mismas para toda la gama de actividades científicas y tecnológicas que, de una u otra manera, generan conocimientos; por tanto, en muchas de ellas el flujo de recursos privados es significativo e incluso predominante. Lo que se ha querido decir es que no puede ignorarse la intervención estatal en el estímulo y orientación del desarrollo científico y tecnológico, aunque puedan discutirse, desde luego, las modalidades dentro de las que deba ocurrir. Así lo prueba incluso el más desprevenido análisis de la experiencia de países considerados como exitosos desde el punto de vista de sus logros industriales y tecnológicos. Japón es una demostración palmaria al respecto.

La "mano invisible del Estado" en la coordinación del esfuerzo nipón en materia de educación y tecnología constituye el mayor éxito de intervención estatal en nuestro siglo, y puede resultar aun de mayor importancia la imitación coreana de ese modelo (Freeman 1989). En Estados Unidos, después de la *reaganomics* se ha reivindicado el papel del Gobierno en la economía y ha cobrado fuerza la convicción de contar con una política tecnológica, sobre la base, según muchos, de que la competitividad de la industria estadounidense es hoy un problema de seguridad nacional (Pirela 1992).

### **La cadena agroindustrial como concepto clave**

La nueva política tecnológica no sólo se levanta sobre el conjunto de ideas con las que hoy se comprende el proceso de cambio técnico,

sino también sobre la manera de entender modernamente la actividad agrícola y su función dentro del desarrollo económico. En tal sentido, los conceptos de sistema agroindustrial y de cadenas agroindustriales resultan absolutamente centrales.

### ***El sistema agroindustrial***

El tratamiento convencional que se daba a la agricultura se basaba en la idea de que ésta constituía un sector dentro del cual quedaba encerrada la producción agrícola primaria. En ese enfoque el objetivo de la estrategia sectorial era el crecimiento de la producción agrícola, al margen de los efectos que pudieran generarse, bien hacia adelante, en dirección al consumidor, bien hacia atrás, en el mercado de bienes y servicios requeridos para la producción. De hecho, y ya lo hemos señalado en este trabajo, prevaleció un conflicto entre la agricultura y la industria, puesto en evidencia por la poca industrialización de aquélla y la marcada orientación de ésta (ya fuera de capital nacional o foráneo) hacia la compra de insumos extranjeros.

Al abrigo de este punto de vista se propició la creación de un marco jurídico e institucional que fraccionaba las competencias, creando compartimentos estancos difíciles de coordinar. La industria por un lado y la agricultura por el otro, con políticas diversas y hasta contradictorias, originadas en la concepción de la agricultura como un área susceptible de ser pensada y tratada en sí misma.

Hoy la óptica dominante desde la cual se enfoca la actividad agrícola y su lugar dentro de las economías modernas es muy distinta. Se fundamenta en una conceptualización diferente que alimenta otra perspectiva de análisis. Desde ella la actividad agrícola se considera parte integrante del sistema agroindustrial, el cual queda entendido como un conjunto articulado de actividades económicas que se inician con la producción agrícola primaria y el abastecimiento de bienes y servicios requeridos para ella y que, adicionalmente, incluyen el acopio, transporte, manejo postcosecha, almacenamiento, transformación industrial, distribución al mayor y al detal, servicios de comida y consumo final de alimentos y otros productos de origen agrícola.

Se trata, en fin, de "desagriculturizar" el concepto de sector agrícola, sustituyendo la visión estrecha que lo considera como mero proveedor de materias primas por una más amplia que recoja los eslabonamientos "hacia atrás" y "hacia adelante", de acuerdo con sus vinculaciones con las industrias de insumos y de maquinarias y equipos agrícola, y sus relaciones con la agroindustria.

### ***Las cadenas agroindustriales***

El sistema agroindustrial está compuesto por un conjunto de cadenas agroalimentarias, con distintos grados de estructuración e interdependencia, referidas a productos agrícolas primarios específicos (por ejemplo: azúcares y artículos de confitería; productos lácteos, cereales; alimentos concentrados para animales; aceites y grasas; frutas, hortalizas y legumbres). Cada cadena está compuesta por diversos agentes y actividades económicas, así como también por diferentes canales de mercadeo o comercialización (Cavidea 1989). Es bueno advertir que cada cadena es de naturaleza cambiante. Sus actores pueden cambiar, por ejemplo, si cambia el tipo de materia prima utilizada o si varía el carácter del mercado.

En torno al concepto anteriormente expuesto, que si bien no es del todo reciente desde el punto de vista teórico ha empezado a cobrar fuerza práctica en los últimos años en los países de la Región, se ha configurado un nuevo marco para el estudio de los temas relacionados con la agricultura y la producción industrial de origen agrícola. Ese contexto sirve para la formulación de estrategias y políticas de desarrollo muy distintas a las que predominaron hasta ahora. Los avances conseguidos en el campo de la biotecnología han contribuido aún más al desarrollo de una visión integral que "dessectorializa" a la agricultura. En efecto, por medio de su versatilidad, derivada de su condición de tecnologías de proceso apoyadas en una base común de conocimientos, han empezado a borrar los límites tecnológicos entre sectores productivos.

En términos operativos, es necesario determinar ciertas cadenas productivas, a fin de identificar y organizar mejor a los diferentes actores (proveedores de insumos, centros de investigación, casas comerciales,

entes financieros, productores, industriales, etc.). El papel de la industria dentro de las cadenas es cada vez mayor.

Las empresas agroalimentarias representan el punto de inflexión donde concluye el proceso de acopio de la producción y se inicia el de la distribución y consumo. En tal punto se produce la máxima concentración de productos agrícolas y de tecnología, razón por la cual estas empresas tienden a constituir el agente de mayores dimensiones económicas y de mayor capacidad gerencial y tecnológica dentro de las cadenas alimentarias. Estas circunstancias son las que permiten que la agroindustria se convierta en el agente organizador y dinamizador de las cadenas agroalimentarias y, en la medida en que asuma claramente su función, debe convertirse en el factor fundamental para el crecimiento y mejoramiento de la productividad a lo largo de toda la cadena (CAVIDEA 1989).

### **La política tecnológica en función de la cadena agroindustrial**

Los conceptos anteriores sirven para organizar una nueva visión sobre la actividad agrícola que, si bien no desestima la importancia de las "redes horizontales" concebidas para integrar esfuerzos e intereses entre los mismos productores agrícolas, pone el énfasis en el sentido vertical de la organización expresado en las mencionadas cadenas agroindustriales. Tales conceptos sirven, también, para perfilar las bases de una reforma institucional que debe expresarse en tres planos básicos, distinguibles en el análisis aunque se entremezclen mucho en la práctica: el del Estado, el del aparato productivo y el del aparato de investigación.

### ***El Estado: más intervención de otro modo***

El Estado debe, según lo que se ha dicho, intervenir con fuerza. Ya se ha visto cómo intervenía en el marco del modelo de sustitución de importaciones; decíamos, en términos generales, que estuvo presente casi en todos lados, pero fue poco eficiente en muchos de ellos. A la vez, por paradójico que suene, le dio poco sentido de dirección a las sociedades latinoamericanas. Y en lo que atañe al desarrollo científico y tecnológico, si bien el sector público fue el responsable de la mayor

parte de las inversiones que allí se hicieron, no puede decirse que hubieran políticas claras y que se ejecutaran.

En medio de las nuevas circunstancias que encara la economía de la Región, está sobre el tapete, con carácter de urgencia, su re colocación en el espacio de la actividad científica y tecnológica. Un Estado menos abarcante y más fuerte, con otras maneras de relacionarse con la sociedad civil, con capacidad para propiciar consensos y construir vastas y efectivas alianzas sociales, que disponga de nuevos instrumentos de acción y esquemas para lograr definiciones colectivas, que no se logran ni por la vía del mercado ni por el expediente de la decisión exclusivamente burocrática.

Todo esto sólo es posible si se realiza un gran esfuerzo por reformar y capacitar al sector público latinoamericano, el cual no se ha caracterizado, en general, por la calidad de su gestión.

En relación con el tema que nos ocupa, y miradas las cosas desde el conjunto de ideas anteriormente expuestas, lo que se persigue es que el Estado sea capaz de actuar en función del "sistema de innovación" y de "cadenas agroindustriales", lo cual supone, como ya hemos dicho, una doble ruptura conceptual: con la idea de "sector científico y tecnológico" y con la idea de "sector agrícola".

En términos institucionales, dicha ruptura conlleva la necesidad de erradicar viejas divisiones burocráticas y de crear nuevos espacios organizativos, con el propósito de que se den los encuentros entre los diferentes actores de una cadena y para que el desarrollo tecnológico sea el fruto de la interacción entre esos agentes. La cadena agroindustrial, y no tanto la unidad productiva individual, se constituye en la referencia fundamental de la política tecnológica.

Se trata, por lo tanto, de que, sin perder de vista la relevancia de las agrupaciones "horizontales", el Estado ponga marcado interés en la función de facilitar la conformación de esos espacios para que se den los debidos eslabonamientos a lo largo de cada cadena, tanto hacia atrás, con las agroindustrias proveedoras de insumos, como hacia adelante,

con los encargados de la transformación, comercialización y distribución de la producción de bienes.

Se parte del hecho de que la industria es el eje de cada una de ellas, que los procesos de cambio tecnológico pueden iniciarse en cualquier eslabón de la cadena y difundir sus efectos a lo largo de ella y que, dada la importancia de la agroindustria, ésta tiende a liderarlos (Hernández y Martel 1990; CAVIDEA 1989; Timer *et al.* 1983). Estos procesos –resulta indispensable destacarlo– pueden ser originados, y de hecho la mayor parte de las veces así ocurre, en la adquisición de tecnología extranjera; tienden, entonces, al propósito de lograr un aumento en los niveles de "dominio tecnológico" en toda la cadena.

### ***Sector privado: cooperar para competir***

En los últimos años ha aumentado apreciablemente en los países de la Región la presencia del sector privado en el desarrollo tecnológico. El cambio de modelo económico –sustentado en la economía de mercado– y, como parte de ello, los cambios legales e institucionales dirigidos a ensanchar las posibilidades de apropiación privada de la tecnología, han sido determinantes. La tendencia predominante es que el sector privado latinoamericano tenga mucha más presencia en los procesos de generación y difusión de tecnologías y, por tanto, junto a la reforma del sector público hay que emprender la transformación institucional en el seno del aparato productivo, la cual debe estar dirigida hacia la configuración de esquemas de cooperación, tanto con el Estado como entre las mismas empresas.

En el primer sentido, el sector productivo debe modificar sus relaciones con el Estado, depender menos de él y procurar arreglos institucionales novedosos en el marco de la cooperación. El surgimiento de la biotecnología ha reforzado aún más la importancia de que se dé una estrecha relación entre el sector público y el sector privado por medio de diversos acuerdos; asimismo, ha reforzado una tendencia que se desarrolla desde hace algunos años, muchos más en el mundo industrializado que entre los países de la Región.

En el segundo sentido, hay que crear una "cultura para la cooperación" interempresarial, a fin de contar con un sector productivo que sea competitivo. La configuración de las cadenas productivas agroindustriales es, desde luego, un asunto que en buena medida, y por ahora, compete al Estado, pero también requiere un cambio de actitud y en los modos de operar en el mismo sector productivo. Por ejemplo, las cámaras y, en general, los organismos de carácter gremial, que hasta la fecha operaban como sindicatos ante el Estado –algo perfectamente congruente dentro del modelo de sustitución de importaciones–, deben actuar ahora en términos de colaboración unos con otros. En este enfoque, la discusión en torno al tamaño de las unidades productivas queda en buena parte diluida, puesto que la factibilidad económica de las empresas y sus posibilidades de enfrentar los riesgos y costos del desarrollo tecnológico no quedan supeditados tanto al tamaño de cada empresa individual, como a la naturaleza de los arreglos de cooperación interempresarial.

***Organizaciones de investigación: diversificación de las fuentes de recursos***

Con mayor o menor fuerza, en los organismos públicos de I+D de todo el mundo se dan modificaciones sustanciales en cuanto a su concepción y a su forma de operar, principalmente como consecuencia de las transformaciones que se registran con respecto al patrón de financiamiento; éstas, a su vez, son el resultado de cambios más amplios que se vinculan a la reformulación en los enfoques de desarrollo y, más particularmente, del papel que debe desempeñar el Estado dentro de la economía.

Conviene hacer alusión a tales modificaciones, pues sirven de marco de referencia general para el proyecto de transformación institucional que tienen frente a sí las organizaciones de investigación de América Latina. Sin pretender agotar el tema, hay que señalar dos grandes cambios. Uno tiene que ver con el ajuste de los centros de investigación al mercado; el otro, con la concepción de la investigación.

***Orientación hacia el mercado vs función social***

Sobre la base de una nueva concepción acerca del que debe ser el origen de financiamiento de los centros de investigación, se observan cuatro aspectos dignos de mención.

- a) Tendencia a disminuir el financiamiento gubernamental de carácter institucional (es decir, entregado al centro de I+D como un todo), el cual ha sido tradicionalmente la fuente casi única de recursos para estos organismos.
- b) Tendencia a aumentar el financiamiento a programas específicos, otorgado en procesos de "licitación", lo cual configura un ambiente cada vez más competitivo para la obtención de fondos de organismos gubernamentales, de agencias internacionales, fundaciones privadas, etc.
- c) Tendencia a incrementar el financiamiento obtenido mediante contratos de diversa índole con el sector productivo.
- d) Tendencia hacia la obtención de recursos vía créditos para la realización de proyectos innovativos que cumplan con el requisito de estar comercialmente orientados.

En diversa medida, los aspectos señalados anteriormente apuntan hacia la necesidad de que los centros gubernamentales de I+D desarrollen una estrategia competitiva, como quizá nunca tuvieron que hacerlo, a fin de obtener buena parte de los recursos que requieren para su funcionamiento. Esto ha ocasionado, a su vez, la necesidad de introducir cambios en sus esquemas de gestión. A este respecto se observa, en efecto, un mayor interés por aumentar la participación del sector productivo en la gerencia de los centros gubernamentales de I+D por medio de diversos mecanismos, los cuales operan a alto nivel (dirección del organismo), nivel intermedio (dirección de un departamento o división) o a nivel de proyectos específicos; asimismo, en algunos países se ha planteado la "privatización" de algunos laboratorios, bien sea traspasando la propiedad de algunos centros al sector productivo, ya transfiriendo únicamente su gestión. Finalmente,

aumentan con gran rapidez los casos de participación entre los laboratorios del sector público y las empresas bajo esquemas variables de *joint venture*.

En resumen, las circunstancias propician el cambio de una cultura orientada hacia el producto, según la cual el centro de la preocupación era el desarrollo de actividades conducentes a la obtención de resultados, al margen de que éstos reflejaran la demanda, a una cultura en donde la orientación hacia el mercado y la comercialización de tecnologías tenga mucho mayor peso. Tal cambio, sin embargo, no está exento de dificultades. Ciertamente, los laboratorios deben mejorar, tanto en intensidad como en calidad, su relación con el sector productivo y, particularmente, acentuar más su orientación hacia el mercado, participando en actividades de naturaleza comercial.

Pero todo debe hacerse preservando la misión pública de los centros de investigación. Su relación con el mercado no puede darse en términos idénticos a los de la empresa privada. Esto quiere decir que no toda su vinculación con el mercado se lleva a cabo mediante la compra-venta de tecnologías.

Hay que tomar en cuenta la presencia de objetivos no comerciales, la necesidad de conservar fines de largo plazo aunque entren en tensión con las necesidades de corto plazo de carácter comercial, la injerencia de criterios políticos, la función de captar recursos por vías distintas al mercado, etc. Se debe, así, preservar la investigación científica básica, la investigación estratégica de largo plazo y la atención de las necesidades/oportunidades tecnológicas de los sectores que carezcan de capacidad de compra, sin suscitar un divorcio de la demanda, sino propiciando una relación no comercial con ella.

El reto de la transformación institucional está en conciliar su naturaleza pública con su orientación comercial hacia el mercado, dado que esto último supone la realización de acciones de índole privada. La solución está en el desarrollo de esquemas intermedios entre el "estatismo" y la "privatización". Desde alguna de esas modalidades intermedias se deberá intentar resolver la tensión entre la difusión masiva de tecnologías (objetivo que se desprende de su condición

pública) y la difusión selectiva por medio de los mecanismos del mercado (circunstancia derivada de su accionar comercial). O, en otras palabras, entre la generación de tecnologías públicas y la generación de tecnologías apropiables.

### ***Nueva concepción de la investigación***

Hemos señalado reiteradamente que los procesos de innovación y, en conceptos más amplios, de cambio técnico, son el resultado de una conjunción de capacidades ubicadas en diversas organizaciones, entre ellas las propias empresas, las cuales constituyen el lugar en donde finalmente se expresa el desarrollo tecnológico. Los centros de IyD externos al sector productivo deben ser considerados y medidos en su importancia a la luz de estas consideraciones.

En otras palabras, hay que ubicarlos en el conjunto institucional que se requiere para que se den los procesos de innovación y difusión. En tal sentido, al desechar el concepto de sector científico y tecnológico y, al mismo tiempo, acabar con la separación tajante entre actividades industriales y agrícolas, la investigación debe entenderse desde la perspectiva de las cadenas agroindustriales; en consecuencia, debe articularse la tecnología de alimentos con las tecnologías generadas para la producción agrícola y la distribución y consumo de bienes, y complementarse las capacidades tecnológicas existentes en el seno del aparato productivo. Los programas de investigación deben ser concebidos como integrados a las relaciones agroindustriales, promovidos y administrados por los agricultores, los industriales y los comerciantes (CAVIDEA 1989).

### **NOTAS**

1. Desde el punto de vista de sus vinculaciones con la capacidad científica, la capacidad tecnológica es vista como el conjunto de recursos utilizados para explotar el potencial del conocimiento científico y convertirlo en capacidad de producción (nueva o mejorada) (Bell 1982).

2. Los recursos destinados al financiamiento del desarrollo científico siempre fueron escasos; igualmente escasos resultaron los disponibles para apoyar el desarrollo tecnológico. En consecuencia, la infraestructura humana y física necesaria para su desarrollo científico y tecnológico está aún por debajo de lo que sería deseable. En efecto, tomando en cuenta sólo los gastos orientados a la realización de actividades de investigación y desarrollo, las cuales constituyen sólo una parte de las actividades asociadas al desarrollo tecnológico, se observa que los países líderes en el comercio internacional les dedican entre el dos y tres por ciento de su PIB. Las naciones emergentes del sudeste asiático destinan entre el uno y el dos por ciento, mientras que países como Brasil, México y Venezuela no llegan al uno por ciento, que es el porcentaje tradicionalmente aconsejado por la UNESCO para los países que quieren establecer bases sólidas para su desarrollo científico y tecnológico. Algo similar ocurre con respecto a uno de los indicadores más representativos: el número de investigadores existentes en la mayor parte de los países latinoamericanos es, por lo menos, veinte veces menor que el mínimo considerado como necesario por la misma UNESCO.
  
3. En 1960, los representantes de diversas instituciones científicas de los países de la Región se reunieron en Venezuela bajo los auspicios de la UNESCO. El acta final que recogió sus deliberaciones –conocida posteriormente como la Carta de Caracas– expresaba una idea que de alguna manera era el eje del enfoque latinoamericano que pretendía orientar sus actividades en el campo de la ciencia y la tecnología. Allí se decía que para superar la situación de "insuficiente evolución en el terreno económico y cultural", se hacía imprescindible fomentar la investigación, especialmente en las ciencias básicas, para lo cual había que asignar el 2% de los presupuestos nacionales (Mari 1982). El origen del planteamiento anterior se remonta al año 1949, cuando la misma UNESCO creó en Montevideo el Centro Regional para el Avance de la Ciencia en América Latina, con la encomienda de apoyar a la comunidad científica de la Región y persuadir a los gobiernos de los diferentes países acerca de la importancia de la ciencia para el progreso económico y social.

4. En la literatura especializada ha recibido mucha atención la discusión acerca del origen de las innovaciones. Históricamente se han delineado dos posiciones conocidas como la "*science push*" y la "*demand pull*". Dicho de manera muy breve, la primera, que de alguna manera subyace en el enfoque predominante en América Latina, sostiene que la innovación se explica por la existencia de una oferta de conocimientos que la hace factible; la segunda señala, por el contrario, que la innovación se origina porque previamente hay una demanda que señala cuál es la tecnología que se requiere. Finalmente, hay una posición intermedia que matiza el extremismo de las anteriores y sobre la cual se habla en la última parte del documento.
5. La importancia relativa de los productos primarios ha decaído de manera significativa. En 1965 representaban 42% del total de las exportaciones de los países declarantes en el Banco Mundial, mientras que para 1988 tal cifra había decaído a 25%.
6. No está de más advertir que la generación de "intangibles" no está exclusivamente asociada a las actividades de investigación y desarrollo. Hay otras actividades, tales como diseño e ingeniería de producción, e investigación de mercado, que muchas veces bastan como fuente del cambio técnico. Asimismo las propias actividades de producción y mantenimiento de los sistemas de producción pueden ser el origen de importantes cambios técnicos, como lo pueden ser también la adopción de transformaciones en el nivel organizacional de las empresas. Y, en general, debe incluirse como condición imprescindible para la creación de "intangibles" la inversión destinada a la formación de la gente.
7. En resumen, son seis las proposiciones por cuya aprobación presionan los países desarrollados. En primer lugar, un régimen de mayor cobertura, esto es, que abarque más áreas y tipos de tecnología (por ejemplo, que permita la patente tanto de proceso como de producto en el sector farmacéutico, la apropiación de seres vivos, la protección de bases de datos, etc.). En segundo término, menos requisitos para la concesión de la propiedad, en especial la aceptación de descripciones más escuetas a los efectos del registro (en

el caso de la biotecnología se pide, además, que la información escrita sea reemplazada por el depósito del microorganismo patentado). En tercer lugar la eliminación, salvo en "casos de emergencia nacional", de la licencia obligatoria, una figura ideada para buscar la explotación de la patente en el país en donde queda registrada e impedir que su titular la utilice sólo para bloquear mercados y tener la exclusividad de abastecerlo mediante la importación. Adicionalmente, la extensión de la duración de la propiedad y en quinto lugar la adopción de medidas que permitan actuar con más eficacia y prontitud contra los trasgresores. Y, por último, darle a las leyes sobre esta materia un carácter multilateral, lo cual equivale a diseñar reglas uniformes que impidan que cada país tenga, aún dentro de ciertos límites, las normas que más le convengan, tomando en cuenta sobre todo el nivel de sus capacidades tecnológicas.

8. Este es un proceso que se ha puesto en marcha y que tiene expresiones institucionales y reglamentarias que no dejan duda respecto a la consideración del medio ambiente. En el caso de los alimentos, por ejemplo, se están discutiendo medidas cada vez más estrictas en el uso de embalajes, envases y en general material no reciclable. En Alemania una reglamentación de 1988, restrictiva en el uso de envases de bebidas, ha significado una caída del 60 % de las ventas para las aguas minerales francesa no preparadas de acuerdo con dicha reglamentación. En Suiza la prohibición de utilizar embalajes PVC tendrá sin duda alguna un impacto importante. En Italia se impone desde 1988 una tasa adicional a la utilización de materias primas. Todo esto habla de cambios radicales con incidencia en los costes. Este proceso ha sido fuertemente apoyado por consumidores. En Alemania entre el 65 y el 85 de los consumidores integran el impacto de los problemas ambientales en el momento de decisión de sus compras de productos alimentarios (Green y Rodríguez 1992).
9. Este planteamiento fue diluyendo la "visión bucólica", como alguna vez la llamó Jorge Sábato, que postulaba el fin del subdesarrollo tecnológico por obra y gracia del aumento en la producción local de

ciencia, y que fue puesta de manifiesto, por ejemplo, en la llamada Carta de Caracas, mencionada anteriormente.

10. En este sentido, se ha formulado una clasificación que resulta útil a los fines de diferenciar estos aspectos a lo largo del sector productivo (Pavitt 1984). La misma distingue los siguientes sectores:
  - a) Sectores dominados por los proveedores: las innovaciones en estos sectores son principalmente innovaciones de procesos, incorporadas en equipos de capital e insumos intermedios y originados por empresas cuya principal actividad está fuera de los sectores propiamente dichos.
  - b) Sectores de "proveedores especializados": las actividades innovativas están relacionadas principalmente con innovaciones de producto que permean otros sectores tales como los insumos de capital. Las oportunidades para la actividad innovativa son generalmente abundantes, pero casi siempre son explotadas por medio de actividades "informales" de mejoras de diseño. De esta manera, el nivel de actividades formales de IyD es bajo. Las destrezas acumuladas en las empresas, en alto grado idiosincráticas, es decir, muy propias de la empresa, explican el alto nivel relativo de apropiabilidad de las innovaciones (por ejemplo, los fabricantes alemanes de máquinas-herramienta).
  - c) Sectores "escala-intensivos": las empresas en estos sectores tienden a ser grandes, producen una proporción relativamente alta de sus propias tecnologías de procesos, casi siempre dedican una cantidad también alta de recursos a la actividad innovativa, y tienden a integrarse verticalmente en la manufactura de sus propios equipos (por ejemplo: equipos de transporte, muchos bienes eléctricos de consumo durable, la fabricación de metales, alimentos, las industrias de vidrio y cemento).
  - d) Sectores "basados en ciencia": la actividad innovativa está directamente relacionada con los nuevos paradigmas tecno-

**lógicos surgidos por avances en la actividad científica. Las oportunidades tecnológicas son muy altas, pero llenas de alto riesgo e incertidumbre en las etapas iniciales del nuevo paradigma.**

**Más allá de los ajustes que podrían hacerse a esta clasificación, tomando en cuenta la condición de países como los de la Región, en donde la difusión de tecnología extranjera es muy importante, ella marca la pauta para un trabajo teórico y metodológico imprescindible para nuestros países.**

- 11. La experiencia italiana es paradigmática en este sentido. Alrededor de Florencia, Venecia, Ancona y Bolonia y sobre la base de los llamados "distritos industriales", asiento de redes de pequeñas empresas que actúan en distintas etapas del ciclo de una misma línea de productos y ligadas informalmente a través de una repartición de las tareas, se ha configurado desde hace tiempo la llamada Tercera Italia, en contraste con la zona manufacturera del norte del país y, por supuesto, con el sur agrícola italiano. En el seno de esas redes se dan múltiples formas de colaboración que van desde la realización de desarrollos tecnológicos conjuntos y subcontratación de la producción de bienes y servicios, hasta la promoción de la imagen empresarial, la creación de consorcios de exportación, la formación de recursos humanos, compras de insumos o, en el plano estrictamente financiero, la obtención de créditos o garantías. De esa manera se hacen posible cosas que no lo serían si la empresa debiera hacerles frente de manera individual.**
- 12. En el examen de la difusión de las innovaciones, su velocidad y su cobertura, hay que tomar múltiples factores en cuenta. A título meramente ilustrativo cabe mencionar los siguientes:**
  - ▶ Las características de la nueva tecnología, tales como grado de complejidad, monto de las inversiones asociadas a su utilización, etc., contribuyen a determinar las características de la difusión.**
  - ▶ Igualmente, las características de la tecnología que va a ser reemplazada en comparación con la nueva.**

- ▶ Las características del entorno económico (por ejemplo: si hay bajos salarios las innovaciones ahorradoras de mano de obra tienden a adoptarse más tardíamente).
- ▶ Las características del entorno científico-tecnológico del país en donde esté situada la empresa que va a adoptar la nueva tecnología (obviamente, una infraestructura científico-tecnológica débil dificulta la difusión de las nuevas tecnologías, sobre todo de las más complejas).
- ▶ El universo de empresas que podría adoptar la innovación no es, como ya se dijo, homogéneo. Las empresas difieren respecto a su tamaño, a su posición en el mercado, a su capacidad tecnológica, a sus estrategias, a sus posibilidades de acceder al financiamiento, etc., todo lo cual determina que sus oportunidades y sus intereses respecto a la adopción de nuevas tecnologías difiera en grado más o menos apreciable. En otras palabras, los usuarios potenciales no se encuentran en las mismas condiciones económicas y técnicas.
- ▶ La información disponible sobre las innovaciones también difiere en cada caso. En general, no puede asumirse que haya un conocimiento perfecto (y uniformemente diseminado) acerca de ellas.
- ▶ La capacidad tecnológica de las empresas adoptantes (la poca capacidad dificulta la adopción de las tecnologías más sofisticadas).
- ▶ Los beneficios esperados de la difusión por parte del innovador.
- ▶ Los beneficios esperados por el usuario de la nueva tecnología.
- ▶ Las expectativas de futuros desarrollos tecnológicos.
- ▶ Los cambios de precio ocurridos en los productos asociados a la innovación afectan la decisión de adoptarlos.

- ▶ Los costos asociados a la adopción de innovaciones.
  - ▶ La decisión de adoptar una tecnología es esencialmente una decisión de inversión y, como tal, está críticamente influenciada por políticas económicas de variada índole (políticas de inversión extranjera y de transferencia de tecnología, por ejemplo).
  - ▶ Los procesos de difusión tienden a ser más rápidos en economías abiertas que en economías cerradas.
  - ▶ El régimen de apropiación de la tecnología y de los conocimientos complementarios requeridos para su uso.
13. Quizá no esté de más reforzar el punto con un largo párrafo de un informe de la OCDE (1988): "La idea de que invertir en nueva maquinaria y realizar actividades de I+D pueden ser alternativas es equivocada. Hacer I+D, al menos en aquella parte fuertemente vinculada a la operación de la tecnología de que se trate, es un componente tan fundamental para la difusión de tecnología como lo es para el desarrollo tecnológico. Una adopción exitosa requiere investigación y asesoría técnica, las que demandan básicamente el mismo tipo de habilidades que las actividades de I+D (...) La idea de que hay un fondo general de conocimiento técnico dentro del cual las empresas pueden buscar más o menos libremente lo que necesitan, ahorrándose así el tener que encarar tareas de I+D o, al menos, procurar asesorías y sobre todo generar procesos de aprendizaje, es falsa. Comprar nueva tecnología y realizar algún tipo de I+D son cuestiones complementarias, no sustitutivas."
14. A diferencia del tratamiento que se le da al concepto de SNI en la literatura generada en los países desarrollados, entre nosotros es muy importante subrayar la importancia que tiene el uso masivo de tecnologías adquiridas en el mercado internacional y la necesidad de que, en consecuencia, haya una respuesta institucional eficiente al respecto.
15. Tal discrepancia no se da, desde luego, en el terreno de lo estrictamente económico. Piénsese, a simple título de ejemplo, en la

necesidad de establecer algunas regulaciones con referencia al trabajo que se lleva a cabo en los laboratorios que manipulan bacterias, al control sobre el uso de nuevos fármacos, al uso de tecnologías que contaminan el medio ambiente, al impacto de las nuevas tecnologías sobre el empleo. O considérese, en otro plano, el desarrollo de programas de investigación de interés colectivo o de carácter estratégico.

16. En la actividad de innovación pueden distinguirse cinco tipos de riesgo, que se hacen presentes de diversas maneras según los casos. El riesgo técnico, asociado al proceso mismo de generación del invento; el riesgo en el proceso de manufactura, relacionado con la producción del invento a escala industrial; el riesgo comercial, ligado a la introducción del invento en el mercado; el riesgo relacionado con la difusión prematura de la innovación; por último, el riesgo vinculado con la obsolescencia tecnológica.

#### BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, E; LUNDEVALL, B-A. 1988. "Small National System of Innovation: An Analytic Framework" In C. Freeman y B-A Lundvall. "Small Countries Facing the Technological Revolution". Pinter Publishers, Londres y Nueva York.
- ARDILA, J. 1987. Las enfermedades institucionales más habituales. IICA, San José, Costa Rica
- \_\_\_\_\_. 1991. Exito o fracaso institucional: factores y variables conducentes al desarrollo institucional en investigación agropecuaria en América Latina (mimeo), Bogotá.
- ARROW, K. 1962. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In National Bureau of Economic Research, Princeton University Press.

**AVALOS, I. 1990. El Sistema Nacional de Innovación: la tarea institucional de los años noventa. UNCTAD/PRODEC.**

\_\_\_\_\_. 1990. **Biotecnología e Industria. Serie Publicaciones Misceláneas. IICA. San José, Costa Rica.**

\_\_\_\_\_. 1991. **Aspectos relacionados con el mercadeo de tecnologías In EMBRAPA. Informe para el IICA. Brasilia.**

\_\_\_\_\_. 1991. **La política tecnológica venezolana: de la economía protegida a la economía abierta. Revista Espacios, Caracas, Septiembre, Vol. 12, No. 2**

**BELL, M. 1982. Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries. Brighton Memo, Science Policy Research Unit, Inglaterra.**

**CAMARA VENEZOLANA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS (CAVIDEA). 1989. La estrategia alimentaria nacional. VII Asamblea Nacional. Porlamar, Venezuela.**

**CEPAL. 1990. Transformación productiva con equidad. Naciones Unidas, Santiago de Chile.**

\_\_\_\_\_. 1991. **El desarrollo sustentable: Transformación productiva, equidad y medio ambiente. Santiago, Chile.**

\_\_\_\_\_. 1992. **Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad. Naciones Unidas.**

**COMISION DE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 1990. Nuestra propia agenda. BID/PNUD.**

**COMISION MUNDIAL SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO. 1987. Nuestro futuro común (Informe de la Comisión Brundtland).**

- DE JANVRY, A.; RUNSTEN, D; SADOULET, E. 1987. Technological Innovations in Latin American Agriculture. IICA, San José, Costa Rica.
- FAJNZYLBBER, F. 1984. Reflexión sobre las especificidades de la industrialización de América Latina. In *Transnacionalización y periferia semindustrializada* (Isaac Minian, ed). Centro de Investigación y Docencia Económicas, México.
- FREEMAN, C. 1989. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Printer Publishers, Londres.
- GEORGE, S. 1984. *Biobusiness: Life for Sale* (mimeo).
- GIBBONS, M.; JOHNSTON, R. 1974. The Role of Science in Technological Innovation. *Research Policy*, Vol. 3, No. 3.
- GREEN, R.H.; RODRIGUEZ, M. 1992. *Algunas reflexiones sobre las perspectivas del sector agroalimentario*. Universidad de Madrid (mimeo).
- HERNANDEZ, J.L.; MARTEL, A. 1990. *Agricultura, reforma y reconversión* In *Ciencia y Tecnología en Venezuela: un reto, una esperanza*. Comisión Presidencial para la Reforma del Estado (COPRE). Volumen 12.
- IICA. 1987. *Los programas de ajuste estructural y sectorial (Alcances para la reactivación y desarrollo de la agricultura)*. San José, Costa Rica.
- JEVONS, L. 1972. *Science Observed: Science as Social and Intellectual Activity*. George Allen and Unwing, Londres.
- KODAMA, S. 1991. *Analyzing Japanese High Technologies: the Techno Economic Paradigm Shift*. Pinter Publishers, Londres y Nueva York.
- LALL, S. 1990. *Building Industrial Competitiveness in Developing Countries*. OECD.

- LANGRISH, R. 1972. *Wealth From Knowledge*. Mac Millan, Londres.
- MARI, M. 1982. *Evolución de las concepciones de política y planificación*. Departamento de Asuntos Científicos. OEA.
- NELSON, R. 1990. *Capitalism as an Engine of Growth*. *Research Policy*, Vol. 4, No 3, University of Sussex, Inglaterra.
- ORGANIZACION PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE). 1988. *Science and Technology Policy Outlook*. París.
- PAVITT, K. 1984. *Sectorial Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and Theory*. *Research Policy*, Vol. 2, No. 2.
- PEREZ, C. 1991. *La empresa y la competitividad (mimeo)*. Caracas.
- \_\_\_\_\_. 1992. *Technical Change and the New Context for Development Strategies*. OCDE.
- PIRELA, A. 1992. *Política tecnológica y competitividad*. *Revista Espacios*, julio, Vol. 13, No. 1. Caracas.
- POMAREDA C.; NORTON, R; RECA, L.; TORRES, J. 1989. *Las políticas macroeconómicas y la agricultura*. IICA. San José, Costa Rica
- PORTER, M. 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. The Free Press, Nueva York.
- PRICE, W.; BASS, L. 1969. *Scientific Research and Innovative Process Science*. Londres.
- ROSENBERG, N. 1979. *Tecnología y Economía*. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona, España.
- SISTEMA ECONOMICO LATINOAMERICANO (SELA). 1990. *Desarrollo industrial y cambio tecnológico*. Editorial Nueva Sociedad. Caracas, Venezuela.

SNOECK, M.; SUTZ, J.; VIGORITO, A. 1992. Tecnología y transformación: La industria electrónica uruguaya como punto de apoyo. Ediciones Trilce, Montevideo.

TIMER, C.; FALCON, W.; PEARSON, S. 1983. Food Policy Analysis. The John Hopkins University Press. Londres y Baltimore.

TRIGO E.; ARDILA, E.; PIÑEIRO, M. 1982. Organización de la investigación agrícola en América Latina. IICA. San José, Costa Rica.

\_\_\_\_\_; PIÑEIRO, ME.; SABATO, J. 1983. La cuestión tecnológica y la organización de la investigación agropecuaria en América Latina. Desarrollo Económico 23 (89).

\_\_\_\_\_; RUSTEN, D. 1989. Hacia una estrategia tecnológica para la reactivación de la agricultura de América Latina y el Caribe. IICA. San José, Costa Rica.

\_\_\_\_\_; JAFFE, W. 1991. Desarrollo tecnológico e integración. Integración latinoamericana, agosto. INTAL

\_\_\_\_\_. 1991. La agricultura en el nuevo contexto regional: los desafíos tecnológicos del futuro. IICA. San José, Costa Rica.

# **PAPEL DEL ESTADO EN LA INNOVACION TECNOLOGICA CON ENFASIS EN LAS ORGANIZACIONES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

## **EL CASO DEL INTA EN ARGENTINA**

**Félix M. Cirio<sup>1</sup>  
Alfonso Castronovo<sup>2</sup>**

### **INTRODUCCION**

Al describir el largo proceso de cambio tecnológico que ha acompañado toda la vida de la humanidad, Machado-Allison (1989) pone en evidencia períodos particulares en los cuales las innovaciones y sus consecuencias se han producido y difundido con notable celeridad. Tales períodos parecen sucederse con frecuencia creciente; producen impactos cada vez más notables en el hombre, su cultura y su entorno.

Indudablemente, este fin de siglo nos encuentra en uno de esos períodos destacados; los acontecimientos científicos y técnicos de los últimos años, y los que se vislumbran, seguramente modificarán las condiciones de vida en el planeta y darán al ser humano más poder que el que jamás soñara sobre la naturaleza.

Quienes estén mejor dispuestos y preparados no solamente para generar los cambios, sino para absorberlos e institucionalizarlos, gozarán de ventajas para afrontar las situaciones, no desprovistas de peligros, resultantes del actual torbellino de renovación tecnológica y cultural.

La situación descrita, comprometida en más de un sentido, origina múltiples discusiones que superan el ámbito científico y abarcan espacios jurídicos, económicos, sociales, éticos y políticos, para mencionar sólo los más obvios.

---

<sup>1</sup> **Presidente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina).**

<sup>2</sup> **Consultor (Argentina).**

Un tema recurrente en esta temática es el papel del Estado en la innovación tecnológica, que aquí será tratado con referencia específica al sector agrícola y con énfasis en las organizaciones de investigación y desarrollo. El propósito de esta presentación no es encarar un análisis exhaustivo, original ni completo, sino presentar una reseña de algunos de sus antecedentes más destacados. De esa manera se espera preparar el terreno para una discusión fructífera.

## **LA INVESTIGACION AGRICOLA EN LOS PAISES DESARROLLADOS**

La investigación agrícola organizada nació en el sector privado, con el establecimiento de las Casas de la Agricultura en Alemania, hacia finales del siglo XVIII. De allí la iniciativa se extendió paulatinamente al norte de Europa y al Reino Unido.

Al mismo tiempo aparecían empresas, p. ej. la de los hermanos Vilmorin en Francia, productoras y distribuidoras de diversos insumos para la agricultura, como semillas, plantas y herramientas.

La primera Estación Experimental, Rothamsted, también se originó como organización privada en 1843 y se mantuvo con la ayuda de suscripciones particulares hasta 1911, cuando comenzó a recibir fondos públicos que, con el tiempo, se convirtieron en su fuente principal de recursos.

Las universidades, por su parte, se ocuparon de ciencias vinculadas con la agricultura, tales como la botánica o la química, de acuerdo con el interés particular de algunos de sus profesores, entre quienes no puede dejar de mencionarse al barón Justus von Liebig.

Hasta pasada la mitad del siglo XIX, el Estado no asumió, como tal, ningún papel activo en el desarrollo de las ciencias agrícolas. Les proporcionó, eso sí, cierta protección por medio de patentes que permitían obtener beneficios parciales de la generación de innovaciones apropiables, dentro de las normas que regulaban el uso de tales instrumentos legales.

Quizás corresponda hacer aquí una pequeña digresión para recordar que las patentes no se originaron para proteger la creación científica o intelectual. Son las herederas de las muy antiguas "cartas patentes", por medio de las cuales el monarca confería a su arbitrio monopolios o privilegios de distinta índole, comerciales, territoriales o de otra naturaleza. En 1614, el Estatuto de Monopolios invalidó tales privilegios en el territorio del Reino Unido, a excepción del caso del "primer inventor" (Currie *et al.* 1973); se generó así una de las bases legales que permitieron y favorecieron la posterior revolución industrial.

El primer gran esfuerzo para permitir la participación decisiva del Estado en la generación, apropiación y difusión de la tecnología agropecuaria tuvo lugar en Estados Unidos, en 1862, con la aprobación de la Ley Morrill, que dio lugar a la creación de los Colegios Estadales de Agricultura, Artes Mecánicas y Táctica Militar.

No es preciso detallar aquí las razones que motivaron esa acción, ni su alcance. Baste decir que ninguna de esas instituciones, muchas de las cuales evolucionaron hasta convertirse en universidades de prestigio mundial, contaba en su inicio, para su funcionamiento, con recursos del Estado federal. Este se limitó a asignarles una dotación de tierras, cuyas rentas debían utilizarse para mantener y cumplir la misión que les había sido asignada, circunstancia que dio origen a su denominación: *Land Grant Colleges*.

En 1887 la Ley Hatch complementó la iniciativa mediante la creación de las Estaciones Experimentales Agrícolas y, en 1890, la segunda Ley Morrill dispuso asignaciones presupuestarias regulares para el mantenimiento de los *Land Grant Colleges*. Finalmente, en 1914, la Ley Smith-Lever reforzó la transferencia tecnológica: asignó a los mismos colegios, en cooperación con el Departamento de Agricultura (USDA), la labor de extensión y economía del hogar.

Esa organización institucional constituye el núcleo, pero no el único elemento, en el cual se basó el espectacular desarrollo de la agricultura norteamericana en el siglo XX. Obviamente, el proceso también se nutrió de los conocimientos desarrollados en otros países, sobre todo en el Reino Unido y en Alemania, y contó con el apoyo de la iniciativa privada

en todos aquellos aspectos en que ésta, adecuadamente protegida por la legislación de propiedad intelectual o por el "secreto industrial", pudo aspirar a una recompensa de sus esfuerzos.

Así, desde principios de este siglo la empresa privada tuvo actuación destacada en la creación y producción de maquinaria agrícola y en el desarrollo de procesos para la industrialización de productos de la agricultura; a partir de la Segunda Guerra Mundial asumió un papel predominante en el área de la agroquímica y la sanidad animal y sólo comparativamente tarde, con el advenimiento de los híbridos comerciales, ganó importancia en la creación de variedades y en la producción de semilla.

Esa combinación de participación estatal y privada, de adquisición y de generación de tecnología, se repite prácticamente en todos los países que han alcanzado un desarrollo destacado y no es privativa del sector agrícola. El ejemplo de Japón es muy claro al respecto (Jansen 1973b) y podría extenderse fácilmente a otros países. Una tendencia común, aunque variable en grado, es la concentración del esfuerzo público en el área de la ciencia básica y en la investigación aplicada sin mayores perspectivas de apropiación.

La iniciativa privada, en cambio, se concentra en la generación y explotación de tecnología apropiable, campo del cual trata de desplazar, cuando se siente con fuerza suficiente, a las instituciones del Estado.

Esa distribución del trabajo, ciertamente no carente de lógica, admite, como ya se ha señalado, diferentes puntos de equilibrio entre el sector público y el privado; eso depende, principalmente, de las políticas explícitas que al respecto adopte el Estado. En los países que hoy llamamos desarrollados, la legislación sobre propiedad intelectual fue perfeccionada de manera concomitante con la revolución industrial y el desarrollo capitalista que le siguió; se abrieron así las puertas a la iniciativa privada, favorecida de múltiples maneras. Por su parte, una política severamente restrictiva anula totalmente ese tipo de iniciativa, como sucedió notoriamente en los países de economía centralmente planificada, al tiempo que una política tibia, que alterna períodos de permisividad y de restricción, que duda entre considerar la innovación como un bien

público o un bien privado, ha confinado a muchos países a un desarrollo limitado e imitativo, basado en tecnologías importadas masivamente, en la incorporación de bienes de capital y en la inversión extranjera directa (White 1989).

## **LA INVESTIGACION AGRICOLA EN AMERICA LATINA**

Antes de la llegada de los españoles, los pueblos indígenas de América Latina conocían y utilizaban gran número de plantas útiles; varios de ellos disponían, en diversas regiones, de agriculturas avanzadas. Todo ello fue el resultado, seguramente, de una serie prolongada de descubrimientos e innovaciones. Desafortunadamente, casi nada sabemos acerca de los procedimientos y de la organización social que aquellos pueblos utilizaron para la generación de tecnología agrícola o de otra índole.

No hay duda, sin embargo, de que alcanzaron éxitos notables en la domesticación y mejoramiento de las plantas cultivadas y, en menor escala, de los animales domésticos. Por ello el contacto de las dos culturas, americana y europea, generó de inmediato una corriente de innovaciones que circularon en ambos sentidos, de Europa hacia América y, tal vez con mayor intensidad, del Nuevo al Viejo Continente. (Marzocca 1967).

Los prohombres de la independencia se interesaron, desde principios del siglo XIX, por desarrollar la riqueza agrícola de los nuevos países. Con tal propósito se preocuparon por la introducción de nuevas formas vegetales y razas de ganado y por el acceso de colonos que suplieran la falta de experiencia local en muchos cultivos. Esa fue una de las maneras de responder a la incitación de Manuel Belgrano de proporcionar "mayor ilustración técnica a los labradores"; también se trajeron o se aprovecharon las visitas de destacados hombres de ciencia, muchos de cuyos nombres recuerda Marzocca en la obra citada.

Todo ello no significó, sin embargo, el establecimiento de ningún sistema organizado de investigación agrícola que, en el Sur de América, recién comienza a insinuarse hacia fines del pasado siglo, para consolidarse recién bien iniciado el actual (Elgueta 1967)

Prácticamente desde sus inicios, la investigación agrícola en los países del Sur constituyó un emprendimiento del Estado; se concretó inicialmente en estaciones experimentales, universidades e institutos de investigación aislados. Ello no significa que la iniciativa privada estuviera totalmente ausente. Houssay (1954) cita para la Argentina seis institutos de investigación privados y menciona la existencia de algunos laboratorios de casas industriales, en su mayor parte vinculados con las ciencias médicas, que constitufan el objeto de su especialización.

Sin embargo, en ese mismo país perdura la memoria de numerosos establecimientos privados (algunos de los cuales todavía operan), generalmente conocidos como "criaderos y semilleros", entre ellos el muy famoso del Ing. Agr. Enrique Klein, que competían con el Ministerio de Agricultura y sus Estaciones Experimentales en la creación de variedades mejoradas de cereales de polinización abierta. Los ferrocarriles británicos también operaron, en sus tiempos, criaderos y semilleros propios, así como estaciones experimentales dedicadas al fomento de la viticultura y de la horticultura. El mejoramiento zootécnico, por su parte, siempre estuvo en manos privadas que hoy cuentan con asesoramiento técnico a cargo de especialistas privados y oficiales.

Similares panoramas predominaron hasta finales de los años cuarenta, en algunos casos hasta los setenta, en diferentes países de la Región; a las estaciones experimentales y a las universidades del Estado se sumaban establecimientos privados dedicados a la investigación y experimentación más o menos especializada, como los de la Sociedad Nacional de Agricultura en Chile, el del Valle de Cañete en Perú, los de diversas asociaciones de productores en Colombia, los de las empresas bananeras en Centroamérica, el de los cultivadores de cacao y otros institutos especializados en Brasil, etc.

A principios de los años cuarenta fue creado el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, hoy Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), y casi simultáneamente comenzó a operar, en México, la Oficina de Estudios Especiales de la Fundación Rockefeller. Se inició así la expansión de un sistema bien conocido de Centros Internacionales, hoy de alcance mundial, que respalda a las ins-

tituciones nacionales de investigación agrícola. América Latina, donde comenzó la internacionalización de la investigación agrícola, se vio particularmente favorecida por la acción de centros internacionales como el CIMMYT, el CIAT y el CIP, así como también por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Turrialba, de actuación destacada sobre todo en América Central.

En los años cincuenta comenzó a operar el programa estadounidense de asistencia del presidente Truman, que puso mucho énfasis en la transferencia directa de tecnología desde los países desarrollados a los que estaban en vías de desarrollo. Esos esfuerzos se basaron en lo que Ruttan (1991) denomina el "modelo de difusión"; se esforzaron en promover en los países del Tercer Mundo el modelo norteamericano de extensión agrícola (Staatz y Eicher 1991).

El establecimiento de oficinas especiales en numerosos países y un gasto considerable de dinero resultaron insuficientes para convencer a los campesinos de América Latina de que adoptaran las prácticas agrícolas de los países avanzados; el programa fue levantado, aunque dejó rastros en las instituciones locales, particularmente en las vinculadas con los trabajos de extensión.

También en los años cincuenta, al promediar aquella década, por iniciativa de los países interesados y con el apoyo del IICA se inició la reforma de los sistemas nacionales de investigación agrícola que se prolongó, según los países, hasta principios de los setenta. Básicamente la reforma consistió en reforzar de manera considerable, desde el punto de vista presupuestario y de capacitación del personal, a los organismos preexistentes en los Ministerios de Agricultura.

Al mismo tiempo, se reunieron bajo una misma conducción los organismos de investigación y de extensión, se otorgó a la nueva entidad una mayor autonomía financiera y se la liberó de ciertas trabas administrativas que dificultan el funcionamiento de una organización de este tipo dentro de la administración pública. La obtención de créditos internacionales permitió también el reequipamiento de laboratorios, la apertura de nuevos establecimientos y la construcción de nuevas facilidades para albergar los servicios ampliados.

Desaparecieron así las estaciones experimentales y los servicios aislados, que fueron reunidos en una misma entidad dotada de un nuevo sentido de misión institucional. En varios casos (p.ej. en México, Colombia y Chile) la Fundación Rockefeller brindó su ayuda financiera y su experiencia técnica para implementar esa reforma.

De esta manera las ciencias agrícolas alcanzaron en América Latina, su mayoría de edad, según puede apreciarse en Trigo y Piñeiro (1983). Ello ocasionó un progreso considerable, sobre todo en áreas y cultivos de agricultura comercial, proveedora de productos transables destinados a competir en el mercado internacional. También influyó favorablemente, sin duda, en los cultivos destinados al consumo interno, aunque un proteccionismo encaminado a sustituir importaciones distorsionó, en más de un caso, el proceso de innovación.

En su conjunto, esa evolución de la participación del Estado que, ajustado a las circunstancias del momento, asumió un papel dominante en la generación, ajuste y generación local de innovaciones tecnológicas, favoreció el desarrollo del sector agropecuario, de manera particularmente apreciable para ciertos segmentos. En tal sentido, solamente puede ser considerada como un avance hacia el buen camino.

Sin embargo, no todas las consecuencias de esa evolución fueron positivas. De una forma en cierto modo involuntaria obstaculizó, sobre todo en sus inicios, un mayor desarrollo de los emprendimientos privados nacionales, que ya habían dado muestras de su vitalidad con la creación de un elevado número de variedades mejoradas pero que, en muchos casos, no pudieron resistir la competencia de prestigiosas firmas multinacionales que las fueron sustituyendo.

Desde el punto de vista institucional, si bien se destrabaron, en distinta medida, según el momento y los países, los principales obstáculos burocráticos que dificultaban la operación de los organismos estatales de investigación, quedaron pendientes numerosos problemas que de manera recurrente siguen afectando a tales organismos y reducen su eficiencia y efectividad.

Todo ello generó una alternación de períodos críticos y de bonanza cuyas causas determinantes estaban totalmente fuera del control institucional y contribuían a crear un clima de incertidumbre poco propicio para mantener la necesaria motivación del personal y encarar la planificación de mediano y largo plazo, indispensable si se desea evitar la interrupción periódica de la corriente de innovaciones que sostiene y estabiliza el progreso tecnológico.

Una consecuencia y un síntoma claro de lo expuesto pueden ser apreciados en la sucesión casi continua de reordenamientos y reestructuraciones que han afectado a las instituciones de investigación y extensión agrícola, tanto de los países grandes como de los pequeños en forma virtualmente independiente de sus aspectos jurídicos y organizacionales. En ese sentido no es necesario citar ejemplos, ya que cada latinoamericano puede encontrar alguno en su propio país.

Según William S. Saint (ver Barbato y Saint 1983), "esta situación lleva a la especulación de que las innovaciones tecnológicas en la agricultura latinoamericana tienen más posibilidades de ser generadas por el sector privado (por ejemplo, proveedores de insumos) o por instituciones públicas semiautónomas y básicamente autofinanciadas, como serían los casos de la Federación Colombiana del Café o el Centro Brasileño para la Investigación de Cacao (CEPLAC)".

Aún así, como lo muestra el ejemplo de Honduras, no tiene mucho sentido privatizar totalmente el organismo de investigación si no se lo dota, simultáneamente, de algún mecanismo eficaz para la recolección de fondos, como los descritos por Drucker (1992), que le permita financiar las inevitables investigaciones que no conducen a resultados apropiables o que, a pesar de su evidente importancia y rentabilidad, no cuentan con un mecenas que adelante los fondos necesarios para realizarlas.

Lamentablemente la financiación estatal se encuentra en crisis, como lo reconocieron los propios Ministros de Agricultura del Continente (CIMA 1987) al expresar que en la mayoría de los países, los presupuestos para la investigación han disminuido drásticamente desde 1980

y que, incluso en las primeras etapas de crecimiento, fueron marcadamente inestables.

Como base para una posible discusión de este tema en particular, se presenta una esquematización de las ventajas de la financiación estatal, por una parte, y de sus inconvenientes y limitaciones, por la otra.

**Ventajas de la financiación estatal:**

- a. Disponibilidad de un patrocinador fuerte y poco exigente en cuanto a resultados.
- b. Fuente principal única (sólo hay que convencer a uno).
- c. Relativa estabilidad.
- d. Exclusión, en la práctica, de una bancarrota total.

**Sus inconvenientes y limitaciones:**

- a. De la fuente de financiación:
  1. Fuertes exigencias burocráticas y contables, independientes de la "misión" del organismo.
  2. Control presupuestario externo.
  3. Inseguridad de la ejecución presupuestaria.
  4. Ordenamiento irracional del gasto.
- b. De la forma de financiación:
  1. Promueve la acumulación de gastos fijos.
  2. No permite la acumulación de reservas operativas.
  3. Fondos operativos reducidos y faltos de oportunidad.

#### 4. Recursos para formación de personal y equipamiento sujetos fuertemente a fuentes externas ocasionales.

En síntesis, en casi toda América Latina hubo un período inicial en el que tanto las organizaciones privadas como los diversos organismos del Estado actuaron con relativa libertad, pero en forma inconexa y con financiación muy limitada.

A partir del final de los años 50 la acción del Estado, en el ámbito de los Ministerios de Agricultura o reparticiones equivalentes, fue reforzada y unificada. Sin embargo, las relaciones y la coordinación con otros organismos públicos y privados, cuando no se expresaron en una franca rivalidad, siguieron siendo débiles e inorgánicas, en dependencia de relaciones personales más o menos ocasionales y de acuerdos o convenios puntuales.

En los años ochenta aparece la preocupación por descentralizar las operaciones, favorecer la participación de los sectores interesados e intensificar los enlaces con entidades públicas y privadas. En algunos casos se ensayaron formas novedosas de implementar esas ideas. La década finalizó con ajustes y contracciones presupuestarias que resaltaron los inconvenientes y limitaciones de la financiación estatal y dificultaron el avance de la incipiente integración de los entes públicos y privados, interesados en la generación y transferencia de tecnología (GTT) con prescindencia de la fuente de financiación.

### LOS NUEVOS DESAFIOS

Hasta aquí se ha visto, en líneas generales, cómo se han formado los sistemas de generación y transferencia de tecnología en los países desarrollados y en América Latina y cómo ha evolucionado, en cada caso, el papel del Estado y el del sector privado.

Piñeiro *et al.* (1982), en la introducción de su obra, señalan: "La innovación tecnológica está en la base del crecimiento económico contemporáneo y es (...) su primordial fuente generadora(...)". Por ello, en el caso de América Latina se ha detallado más extensamente la organización y el funcionamiento del sistema, a fin de ilustrar con mayor

claridad el tipo de herramienta con que se cuenta en la Región para impulsar el crecimiento del sector agropecuario.

Indudablemente, el sistema tiene virtudes y ha cumplido bastante bien su cometido. También tiene defectos, sobre los cuales se ha insistido más, a fin poder discutir la manera de corregirlos. Pero la utilidad de una herramienta depende tanto de sus cualidades intrínsecas como de la habilidad y oportunidad con que es usada, de acuerdo con las circunstancias que reclaman su empleo.

En la Introducción de este trabajo se hizo hincapié en que el mundo ha entrado en un período de cambios acelerados. Las consecuencias de tales cambios seguramente exigirán respuestas tecnológicas y organizativas adecuadas para afrontarlos; es lícito preguntarse, en consecuencia, si la actual distribución de tareas entre los sectores público y privado podrá responder a las nuevas necesidades. Es oportuno, por lo tanto, hacer una breve reseña de los desafíos que nos esperan, como una manera de avanzar en la búsqueda de una respuesta a esta cuestión.

#### **Presiones alimentarias y cambios en la dieta**

Un problema que no es nuevo, pero que no pierde vigencia y crece en importancia, es el de la población mundial. Estimaciones recientes (FNUAP 1992) aseguran que en el año 2001 el mundo tendrá casi 1000 millones de habitantes más que a mediados de 1992. Cerca del 95% del crecimiento se ubicará en los países en vías de desarrollo y más de la mitad de la población mundial tendrá menos de 25 años de edad.

A pesar de ello, en los países desarrollados en los que se observa una persistente reducción de la fertilidad, la pirámides etarias se modificarán para ampliar la participación de las personas de edad avanzada y disminuir la de los jóvenes. Al mismo tiempo, aumentará proporcionalmente la población urbana, que en el caso de América Latina llegará al 76%, y 17 de las 20 ciudades más grandes del mundo se encontrarán en los países que algunos todavía llaman el Tercer Mundo.

Manifestaciones recientes de Ruttan (1992) señalan que en el año 2050 la población mundial duplicará la actual, y que la demanda por

alimentos se cuadruplicará. Ello contrasta fuertemente con el estancamiento en los techos de rendimiento de los principales cultivos (p. ej., en el IIRRI los rendimientos de arroz no han cambiado en los últimos 15 años) y con los bajísimos precios actuales. Un estrechamiento de la balanza oferta-demanda es previsible a mediano plazo.

Todo esto, además de otros problemas obvios, implica la necesidad de mantener una alta tasa de crecimiento en la producción de alimentos para poblaciones de escasos recursos.

Por otra parte, los cambios en la demanda de los países desarrollados y de los sectores de altos ingresos, permiten prever que el vuelco hacia nichos de mercado para productos de alto valor agregado, iniciado hace algunos años, seguramente se acentuará, lo cual implica que en estos rubros también habrá que mantener costos que aseguren la competitividad. Buena parte de la ganancia en este aspecto deberá lograrse entre la finca y el consumidor final, ya que, de lo que éste paga, la proporción que llega al agricultor es tan pequeña que no deja margen para reducciones importantes.

Esto requiere intensificar áreas de trabajo hasta ahora poco transitadas por los sistemas de generación y transferencia de tecnología agrícola en América Latina y que difícilmente podrán ser cubiertas por otros sistemas. El sector privado posiblemente pueda absorber parte del costo de esta línea de investigación, pero seguramente requerirá respaldo técnico para una actividad con la cual no se encuentra muy familiarizado. Por otra parte, si no se socializa parte del costo, al menos en los primeros años y hasta que la rentabilidad de la inversión se ponga de manifiesto, el resultado neto puede ser una disminución, en vez que un aumento de la competitividad.

Esto significa que una parte, al menos, de la financiación deberá provenir del sector público; sin embargo, las características de los trabajos a realizar, muy vinculados a la actividad privada y que requieren frecuentes y rápidas decisiones ejecutivas, no coinciden con las características de funcionamiento de las organizaciones oficiales, a menos que se diseñen y pongan en ejecución cambios institucionales que "priva-

ticen", en la práctica, las operaciones necesarias y la administración del personal involucrado.

### **La cuestión de la sostenibilidad y los recursos naturales**

Aumento de la población e incremento de la producción implican, de maneras diferentes, una mayor presión sobre los recursos naturales, ya expuestos hoy a un grado tal de deterioro que se ha popularizado a nivel mundial la expresión, si no el concepto, de *sostenibilidad*.

El deterioro de los recursos reconoce dos fuentes principales: su uso abusivo, ya sea por labores excesivas o impropias, ya por extracción incontrolada de nutrientes, y la contaminación, ya sea por empleo indiscriminado de agroquímicos, ya por efluentes industriales o habitacionales.

Afortunadamente la contaminación no ha llegado todavía, en América Latina, a los niveles alarmantes que presenta en algunos de los países desarrollados. De todos modos se requerirán acciones para mantener el uso de agroquímicos dentro de niveles aceptables (Iannone 1990) y para reducir o neutralizar la emisión de efluentes (Hanneberg 1991). En ambos casos las funciones regulatorias del Estado son esenciales.

Además, para los agroquímicos, la investigación agrícola deberá seguir perfeccionando procedimientos de control biológico o integrado de plagas y enfermedades, con el fin de ayudar a reducir su uso sin efectos perjudiciales para la producción.

Los efluentes no se originan en el sector agrícola, salvo en el caso de producciones animales muy intensivas que implican su explotación en confinamiento y en el de algunas agroindustrias. En el primer caso, puede ser necesario diseñar tecnologías específicas para su aprovechamiento o tratamiento local. Lo mismo vale para las aguas contaminadas por cualquier fuente que deban utilizarse en tareas agrícolas, como el riego.

Para las agroindustrias, cuando sea el caso, probablemente se podrá aplicar el mismo enfoque que se utilice con las otras industrias

contaminantes. Todos estos casos pueden ser atendidos probablemente por el sector privado sin causar erogaciones para el sector público, a excepción de las necesarias para la capacitación de los recursos humanos requeridos.

El uso abusivo de los recursos es un problema netamente agrícola que, además de la consabida acción regulatoria por parte de los organismos pertinentes, requiere una intensa acción de generación y transferencia de tecnología para que pueda mantenerse no ya la producción actual sino la tendencia creciente de la misma. Este es un problema complejo que ha sido tratado recientemente de manera convincente por Ruttan (1992), de cuyas conclusiones puede citarse, en traducción libre, lo siguiente: "Actualmente no hay ningún paquete tecnológico disponible para transferir a los productores que garantice la sustentabilidad de una tasa de crecimiento de la producción agrícola compatible, especialmente en los países en desarrollo, con la demanda creciente del mercado".

Al carecerse de soluciones prácticas, continúa el autor citado, la sostenibilidad debe ser encarada como un programa de investigación que apunte a mantener o mejorar la calidad de los recursos de agua y suelo, a obtener plantas y animales de desempeño superior, y a desarrollar prácticas de manejo que permitan sustituir la tecnología química con tecnología biológica.

### **Biotecnología y privatización creciente de la ciencia y la tecnología**

A los temas anteriores, que seguramente pueden ser ampliados con facilidad, hay que agregar la incorporación relativamente reciente de tecnologías de alta densidad, como la biotecnología y la robótica, en las cuales opiniones autorizadas creen ver la oportunidad de conquistas futuras para avanzar más rápido hacia la solución de problemas como los que presentan la producción y la salud de plantas y animales.

Si bien la cuestión de la apropiabilidad de los resultados de la investigación agrícola es un tema de larga data, no cabe duda de que la "nueva biotecnología" ha incrementado la preponderancia de las tecnologías apropiables con respecto a las no apropiables.

La tendencia a que una parte creciente del conocimiento y la innovación tecnológica que se generen no sean de libre disponibilidad, constituye un dato nuevo y una diferencia, por ejemplo, con el proceso innovativo de la llamada Revolución Verde, en el que las fuentes de conocimiento público (universidades de los países desarrollados, organismos internacionales y los institutos nacionales de investigación agrícola) desempeñaron un papel fundamental.

Este hecho, ya reconocido como un nuevo dato, tiene enormes implicaciones para el desarrollo tecnológico. Una de las más relevantes –en la cual centraremos nuestros comentarios– es la cuestión de las condiciones referidas para acceder al conocimiento generado privadamente. Resulta cada vez más evidente que los países que no cuentan con regímenes jurídicos que garanticen los derechos de propiedad intelectual no tendrán ya más acceso a este tipo de tecnologías. Los acuerdos alcanzados en la Ronda Uruguay del GATT significarán, de aprobarse el nuevo acuerdo, la obligación de respetar los derechos de obtención para todos los países signatarios.

Más allá de las posiciones "filosóficas" sobre la cuestión de la propiedad intelectual y el patentamiento, está claro un hecho concreto: o se protegen los derechos del obtentor para acceder a la "tecnología privada" o no se protege y no se accede. Obviamente, dentro de la primera opción existen innumerables alternativas en cuanto al tipo de regímenes de protección y, correlativamente, a las condiciones de acceso.

Este tipo de definición resulta clave, con carácter previo a cualquier discusión sobre el diseño del sector científico y tecnológico futuro y los roles a desempeñar por los distintos actores.

*En resumen, parece haber quedado en claro que la agenda para las instituciones de investigación agropecuaria de América Latina, en este final del siglo XX y principios del XXI, es mucho más densa y compleja que en el pasado; no parece que el sector público, sobre todo teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias aplicadas por casi todos los países, pueda seguir cubriéndola con el predominio con que lo hizo en el pasado.*

La consecuencia, si no se quiere caer en un atraso mayor que el actual, es que el sector privado deberá tomar a su cargo una parte mucho más importante de la tarea, y el Estado deberá generar los incentivos para que ello ocurra.

Para que lo logre, probablemente habrá que brindarle un mayor apoyo en infraestructura tecnológica y física. Esto anticipa para el Estado un papel bastante diferente del actual; sin embargo, antes de llegar a esa conclusión de manera definitiva habrá que considerar varios puntos adicionales que serán cubiertos, hasta donde sea posible, en las siguientes secciones.

Cabe agregar una mención a la tendencia creciente hacia la globalización de los mercados, y la integración regional como un camino hacia ella. Esto implica el planteamiento de nuevos temas para investigar pero, aún más importante, implica un enfoque de la competitividad en términos de los bloques económicos integrados. Al respecto, es razonable esperar que la coordinación de políticas económicas deba ser complementada con la coordinación, entre otras, de las políticas tecnológicas. Esto podrá hacerse, por ejemplo, siguiendo los lineamientos sugeridos por Machinea (1992) para el MERCOSUR, u otros que se estimen más convenientes en cada caso.

En relación con el tema de este trabajo, ello implica que las relaciones entre sector público y privado tendrán que establecerse de manera más firme y armoniosa, con superación de rivalidades y competencias que los distanciaron en el pasado. Para ambos sectores ello significará la necesidad de revisar las respectivas estructuras organizacionales, a fin de facilitar la coordinación y armonización, interna y externa, con base en arreglos globales que reemplacen la actual atomización en arreglos individuales.

## SEÑALAMIENTOS SOBRE LAS TEORIAS DE LA INNOVACION

La capacidad para producir innovaciones tecnológicas fue, tal vez, el primer rasgo que distinguió netamente a los seres humanos de los animales. Según Machado-Allison esa capacidad se remonta a 1.5 ó 2 millones de años, con la construcción, por *Homo habilis*, de las primeras

herramientas para facilitar el trabajo, y a 500 000 años a.C., cuando *Homo erectus*, con su dominio sobre el fuego, abrió el camino para el dominio del ambiente.

No es extraño, por lo tanto, que este rasgo haya ocupado de manera destacada la atención de variadas disciplinas científicas tales como la antropología, la psicología, la epistemología y la genética.

Los economistas, por su parte, han desarrollado una serie de elaboradas teorías acerca de la innovación y sus consecuencias. El propósito de hacer una breve reseña de las principales de estas teorías no responde a intenciones analíticas o críticas, que quedan para otros científicos más especializados en el tema. Se pretende, simplemente, averiguar si en ellas se encuentran elementos que permitan desentrañar, en el plano teórico, algún aspecto relacionado con el papel del Estado, como contrapuesto al del sector privado, en la generación y transferencia de tecnología.

La reseña que sigue dista de ser completa y, en mas de un caso, no se afirma en la lectura de las obras originales sino en las de sus comentadores. La selección tampoco es deliberada; responde, simplemente, a la literatura sobre el tema que pareció importante entre la que circula habitualmente.

Ordenados alfabéticamente, los trabajos y sus comentarios compulsados corresponden a las siguientes referencias: Andersen-Sábado, 1983; Barbato-Saint, 1983; Byerlee, 1983; Elster, 1990; Leveen y de Janvry, 1983; Piñeiro y Trigo, 1983b; Ruttan, 1983 y 1991; Ruttan y Hayami, 1991a y 1991b.

Las citas correspondientes al año 1983 pertenecen a versiones preparadas para el libro editado por Piñeiro y Trigo (1983a); las de 1991 son de la traducción de la obra editada por Eicher y Staatz, publicada en ese año por el Fondo de Cultura Económica, cuya edición original es varios años anterior; los autores que se mencionan en el texto pero no aparecen en las citas son analizados en la obra de Elster (1990), cuya edición original también es de 1983 y cuyo enfoque es básicamente epistemológico.

Hechas estas aclaraciones, los resultados de la reseña pueden resumirse de la manera siguiente:

Existen diversas teorías acerca de la innovación tecnológica que reflejan el pensamiento de distintas escuelas.

J. Schumpeter fue un economista influyente y un escritor muy prolífico acerca de la innovación en general y de la innovación tecnológica en particular. Su concepción posiblemente más característica es que la innovación es fruto de la motivación y deseos de capitalistas muy dinámicos y emprendedores. La teoría del empresario innovador, teñida de elementos psicológicos y hasta teleológicos, tuvo un auge importante y todavía mantiene vigencia por medio de otros autores que la han reelaborado parcialmente y complementado con ideas propias.

Las teorías neoclásicas, que en su forma inicial pueden ser ejemplificadas con los trabajos de John Hicks, tienen un fundamento lógico que, en su forma más simple y en los términos más llanos, puede expresarse de la siguiente manera: frente al encarecimiento de uno de los factores que intervienen en su ciclo productivo, los cuales pueden resumirse en trabajo y capital agregado, el empresario procurará utilizar innovaciones ahorradoras de ese factor. En otras palabras, si el trabajo se encarece en relación con el capital se intensificará el uso de este último para disminuir el del primero.

En tiempos más recientes, Ruttan y Hayami han desarrollado y buscado comprobación empírica a esta teoría que, con el nombre de innovación inducida, se encuentra hoy estrechamente asociada con sus nombres.

Una de las críticas más corrientes a esta teoría es que su funcionamiento correcto presupone la realidad de un mercado perfecto, en el cual las relaciones de precios no se encuentran distorsionadas. Si esto último ocurre, los empresarios recibirían señales erróneas que los inducirían a adoptar innovaciones equivocadas. Se alega, por ello, que no tiene mayor aplicación en los países en desarrollo, que tienen mercados imperfectos.

Una tercera corriente de pensamiento alega que la motivación causal para el cambio tecnológico no reside en las fuerzas del mercado sino en el conflicto social como expresión de la lucha de clases. De acuerdo con estas teorías, el cambio es impulsado y orientado por los sectores dominantes de la sociedad, que lo canalizan en el sentido más conveniente para sus ambiciones de predominio. El trabajo de Leveen y de Janvry (1983) es un ejemplo de esta corriente que, como la teoría conspirativa de la historia, no carece de un vago transfondo animista o maniqueo.

Las teorías llamadas evolucionistas, por su parte, separan la "búsqueda" de la innovación, de connotaciones schumpeterianas, de la "selección" que hace el mercado entre las distintas innovaciones propuestas. Del efecto combinado de ambas fuerzas resultaría un proceso análogo al de la evolución biológica cuyas consecuencias, sin seguir un camino predeterminado y sujetas siempre a cierta dosis de azar o incertidumbre, tienden, no obstante, a lograr una mejor adaptación a circunstancias cambiantes. Los trabajos de R.R. Nelson y S.G. Winter constituyen, posiblemente, la contribución más importante al desarrollo de esta teoría.

Desde el punto de vista de la lógica subyacente, los cuatro grupos reseñados parecen contener el vasto conjunto de aportes individuales a la teoría de la innovación surgidos de las ciencias económicas. Para cuanto interesa a este trabajo, no parece posible extraer de todo ello mayores enseñanzas prácticas en cuanto a la organización de la investigación para la innovación y al papel de sus principales actores, en particular del sector público. Es en cierto modo natural que ninguno de los autores citados, salvo Ruttan (1983), se preocupe por agregar a su trabajo alguna consideración práctica a este respecto.

Más sorprendente para un lego, a primera vista, es la falta de inclusión, en cualesquiera de las teorías, de un elemento tan significativo como la creatividad y un actor tan importante como el investigador científico o tecnológico, su supuesto portador. La explicación para ello es que otras ramas de la ciencia, más directamente vinculadas con la cuestión, no han conseguido todavía desentrañar los fundamentos de la creatividad, que sigue siendo, en cuanto a la teoría de la innovación, uno de los elementos que contribuye a la incertidumbre.

Un ejemplo de la manera como opera este elemento puede encontrarse en el trabajo de Chu (1992). Este físico teórico, preocupado por la captura de partículas neutras por medio de sistemas de rayos laser, desarrolló unas "pinzas ópticas" por medio de las cuales es posible manipular objetos, inclusive cromosomas, dentro de una célula, sin perforar ni dañar la pared celular. Dos preguntas, una de respuesta difícil y otra casi imposible, surgen de este ejemplo. La primera es: ¿Cómo se generó la idea de esta invención? Y la segunda: ¿Cómo podrá influir el nuevo invento en el desarrollo de otras ramas de la ciencia o de la tecnología, por ejemplo de la ingeniería genética?

Avanzar en el camino que busca respuesta racional a estas preguntas es penetrar en el área más difícil que afrontan los estudiosos de la inteligencia artificial para llegar, tal vez, a la "hipótesis asombrosa" de F.H.C. Crick (citado por Hogan 1992) que tal vez convenga reproducir en su idioma original: "The astonishing hypothesis –dice el famoso descubridor del código genético– is that you, your joys and your sorrows, your memories and ambitions, your sense of personal identity and free will, are in fact no more than the behavior of a vast assembly of nerve cells and their associated molecules". ("La hipótesis asombrosa es que usted, sus alegrías y sus penas, sus recuerdos y ambiciones, su sentido de identidad personal y de libre voluntad, no son de hecho sino el comportamiento de un vasto conjunto de células nerviosas y sus moléculas asociadas").

Luego de esta breve exploración en el plano teórico, en las dos próximas secciones se procurará encontrar enseñanzas pragmáticas en las respuestas que han dado al problema los países desarrollados y los que todavía luchan para entrar en la misma categoría.

## LA RESPUESTA DE LOS PAISES DESARROLLADOS

El papel del Estado en la innovación tecnológica se expresa de tres maneras diferentes: 1) financiamiento de las actividades que la generan o transfieren; 2) participación directa, por medio de sus propias organizaciones, en tales actividades; 3) producción y cumplimiento de la legislación y demás normas que regulan las mismas actividades, ya sea para estimularlas o fomentarlas, ya para restringirlas o reglamentarlas.

Para la investigación aplicada que produce resultados apropiables solía ser de aplicación la regla: "el que se beneficia paga la cuenta" (Trigo y Piñeiro 1984). Aún ignorando lo que sucede con otras formas de investigación, la situación hoy cambia rápidamente y exige nuevos enfoques que ya encuentran aplicación en los países desarrollados.

Una de las razones para ello es que, a medida que la iniciativa privada se desplazó hacia actividades de mayor densidad científica (maquinaria agrícola, semillas mejoradas, productos agroquímicos) para llegar a las de alta densidad, como la biotecnología o la informática, los costos también fueron subiendo en una proyección cada vez más rápida.

De acuerdo con datos citados por Lindner (1991), en 1985 se gastaron en todo el mundo, para investigaciones en biotecnología, 4000 millones de dólares, de los cuales 2700 (67.5%) fueron cubiertos por el sector privado y 1300 (32.5%) por el sector público.

Por su parte, el *President's Council on Competitiveness* (1991) informa que, en ese mismo año y sólo en Estados Unidos, el Gobierno Federal proporcionó financiación, para el mismo fin, por más de US\$ 2 000 millones, que llegarían a US\$ 3 500 en 1991.

La discrepancia de las cifras indica que seguramente fueron recogidas con criterios diferentes y no son comparables; de todos modos, son claramente indicativas de niveles y de tasas de crecimiento del gasto que, fuera del área de la defensa, eran insospechados, por su magnitud, hace apenas 20 años.

En verdad, la biotecnología cubre nuevos desarrollos científicos en los cuales se han cifrado grandes esperanzas justificadas, desde el punto de vista de la ciencia, por Gasser y Fraley (1992) cuando dicen que, por esta vía, ya se han incorporado genes útiles a más de 50 especies de plantas y, desde el punto de vista de la economía, por el vicepresidente Dan Quayle cuando afirma que estas nuevas tecnologías son el soporte, en Estados Unidos, de una industria de 2 000 millones de dólares que llegará a 50 000 millones a fines del presente siglo (*President's Council on Competitiveness* 1991).

Algo muy parecido podría decirse acerca de la informática y otras ramas nuevas de la ciencia aplicada. Considerables como son, estos gastos representan apenas una pequeña parte de los que realizan los países más avanzados para conservar su liderazgo tecnológico. Beardsley (1992) describe cómo Estados Unidos fue alertado, por distintos estudios e informes oficiales, acerca del deterioro de la enseñanza de la ciencia *a nivel primario* en ese país. Por ello, mientras estaba "ganando" la guerra fría, EEUU perdía batallas en la guerra tecnológica con Japón y los países más avanzados de Europa.

La preocupación por este problema ha motivado al Gobierno para realizar gastos anuales por más de 1000 millones de dólares, distribuidos en diversos programas, para resolverlo. Opiniones calificadas consideran que la suma mencionada debería ser incrementada sustancialmente.

Abordando un tema relacionado con éste, Luther S. Williams, de la *National Science Foundation* (citado por Beardsley), ha estimado que los empleadores norteamericanos gastan alrededor de 100 mil millones de dólares *por año* para volver a capacitar a los egresados de escuelas secundarias en destrezas básicas. Esto muestra que para competir con éxito no es suficiente disponer de la tecnología necesaria. También hay que saber usarla.

El de Estados Unidos no es, por supuesto, un caso aislado. La Comunidad Económica Europea, por ejemplo, acaba de asignar US\$ 16 mil millones a cinco megaproyectos plurianuales de investigación (Tassey 1991), lo cual indica que la ciencia grande ya ha adquirido una magnitud solamente alcanzable por los países o grupos de países (y por las empresas o grupos de empresas) más ricos del mundo.

*Todo esto quita bastante significado a la supuesta alternativa "sector público o sector privado" para reemplazarla por el nuevo paradigma de la unión de ambos sectores en una empresa común.*

Hace ya siete años, luego de afirmar el liderazgo mundial de Estados Unidos en biotecnología, Hardy y Glass (1985) reclamaban: "To take full advantage of our scientific lead, we must develop novel methods of effectively coupling academic and government science with industry".

(Para tomar plena ventaja de nuestro liderazgo científico, debemos desarrollar nuevos métodos de asociación efectiva de la ciencia académica y gubernamental con la industria).

Ello no es obstáculo para que, al tiempo que ambos se ocupan tanto de la investigación básica como de la aplicada, el sector público recargue su acción en la primera mientras el sector privado lo hace en la segunda (Clarke y Hess 1991).

En el artículo de Gasser y Fraley ya mencionado, casi todos los trabajos que se citan son encarados por investigadores de uno y otro sector, lo cual muestra que la unión ya es una realidad en la práctica.

Sin embargo, para profundizar tal unión se requiere un cambio de énfasis en la acción del sector público que, necesariamente, afecta su estructura y funcionamiento institucional. Feller y sus colaboradores del *Institute for Policy Research and Evaluation* de la Universidad del Estado de Pennsylvania (1987) se ocuparon con autoridad y competencia de este problema en relación con la investigación agrícola. La extensión de su trabajo y la cantidad de aspectos tratados no permiten incluir aquí una reseña completa, pero se procurará dar, al menos, una visión global de sus argumentos.

Estados Unidos financia con recursos del sector público un vasto sistema de investigación y extensión agrícola que abarca un gran número de organizaciones públicas y privadas. Los problemas abordados afectan básicamente a dos grandes agrupaciones, correspondientes al Departamento de Agricultura (USDA) y al complejo de estaciones experimentales estatales (SAES) y servicios cooperativos de extensión (CES), vinculado con las universidades *land-grant* (LG). Históricamente, esas agrupaciones han realizado el grueso de la tarea de investigación y transferencia de tecnología sostenida con recursos públicos.

Se ocupan esencialmente de dos aspectos:

- 1) Los vínculos entre las actividades de investigación y las de transferencia de tecnología.

## 2) Las relaciones entre los sectores público y privado.

El compromiso creciente de las organizaciones de investigación con las actividades básicas requeridas por las nuevas tecnologías han exacerbado sus relaciones con las encargadas de la transferencia, que cuestionan la posibilidad y conveniencia de fortalecer, simultáneamente, la capacidad del Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del USDA para encarar investigaciones básicas y su compromiso con la transferencia de tecnología.

En las universidades LG, las múltiples presiones resultantes han debilitado los vínculos entre investigadores, especialistas y agentes de extensión. El sentido de "misión", que fue una característica definitoria de las escuelas de agricultura en las universidades LG, parece haber perdido vitalidad a causa de una reducción relativa de recursos y del menor prestigio que suele acordarse a la investigación aplicada o de "solución de problemas" frente a la investigación básica o disciplinaria.

A su vez, la actividad del sector privado en las investigaciones agrícolas y en la producción de información técnica ha aumentado, como consecuencia de la expansión de las áreas de la tecnología apropiable y de la concentración de la producción en un número menor de unidades económicas. Como respuesta a esas novedades pueden anticiparse cambios en las actividades del sector público.

Sin perjuicio de esas conclusiones, todavía falta un análisis completo de la combinación óptima de actividades públicas y privadas, tanto en investigación como en transferencia.

Por otra parte, los análisis disponibles y las políticas públicas están fuertemente condicionados por el problema de los derechos de propiedad sobre el cambio tecnológico. Ciertos cambios en tales derechos han alterado también las relaciones entre ambos sectores y provocaron la expansión del sector privado.

Se calcula, por ejemplo, que antes de 1970 había alrededor de una docena de programas de mejoramiento de soja a cargo de las SAES y del USDA y un número menor de programas similares de firmas privadas.

Luego de que, en ese año, se sancionara la Ley de Protección de Variedades de Plantas (PVPA), la acción privada se amplió al punto que, hasta 1983, las firmas de ese origen recibieron 207 de los certificados concedidos para dicha especie, mientras los programas del sector público recibieron apenas 37.

De manera análoga, en 1980 la decisión de la Suprema Corte de aceptar la patentabilidad de microorganismos volvió a expandir el dominio de los conocimientos sobre el cual pueden establecerse derechos de propiedad. Esos y otros avances legales, no siempre bien justificados y respaldados por el argumento de la eficiencia económica, dejan de lado importantes aspectos vinculados con la calidad, el precio o la disponibilidad del producto en diferentes regiones.

Simultáneamente se han producido cambios importantes en la capacidad del sector privado para transferir información tecnológica y *know-how*. Hay técnicos involucrados en esas tareas por dicho sector que consideran al SAES como un anacronismo. En algunos estados las universidades LG desalientan la investigación aplicada, que debe alimentar la extensión.

En resumen, el proceso de cambio en marcha no deja de provocar dudas y tensiones. Ciertamente, las empresas privadas resultan efectivas para producir tecnologías que prometen altos beneficios por medio de su manufactura y venta, pero tal vez no se ocupan con la misma atención de las que deben generar el aumento de productividad y competitividad a largo plazo; las tecnologías de alto beneficio social suelen ser poco atractivas para el sector privado. Uno de los desafíos mayores para el sector público es asegurar el mantenimiento de los componentes socialmente deseables del programa de investigación y transferencia cuando los presupuestos disminuyen y el sector privado adquiere un papel creciente.

No sorprende ver las dudas y hasta las animosidades que surgen al poner en marcha un proceso de cambio de esta naturaleza. Todo cambio que no sea absolutamente neutro conlleva beneficios para unos y perjuicios para otros. Como sucede en todos los conflictos de interés surgen,

en tal caso, tantos puntos de vista y opiniones (todos racionales y coherentes) como pretendientes hay para el supuesto beneficio futuro.

Si se considera el conocimiento como un bien público, el proceso de I+D, desde básico hasta aplicado, incluyendo la transferencia, es un solo proceso del cual deberían derivar beneficios para *todos*, ya sea directos o indirectos. Tales beneficios se originan tanto en la eficiencia interna del proceso (que depende de cómo es administrado) como en su eficiencia externa, que depende de la manera en que es orientado y conducido.

Existen múltiples formas de arreglo viables para ambas cosas. Es una verdad de Perogrullo que si uno de los intereses involucrados consigue predominar (tener el poder de decisión) sobre la concertación del arreglo, éste lo beneficiará más de lo debido y será injusto, aunque el que predomine sea el Estado. A la larga, todos los sistemas injustos son causa de atraso y fracasan.

Hay experiencias indicadoras de que, para que el sistema sea más equitativo, la concertación del arreglo pertinente debe ser ampliamente participativa y prever mecanismos claros para la solución de conflictos. Lo que no puede permitirse es que el bien común sea frenado por intereses particulares desmedidos. Para ello hay que tener presente que los principios casi siempre agudizan los conflictos y que son las soluciones pragmáticas, hechas de concesiones mutuas, las que los resuelven, aunque sea de manera transitoria.

Un ejemplo de enfoque pragmático lo constituyen las recomendaciones del *President's Council on Competitiveness (1991)*. Según dicho Consejo, el papel del Estado en materia de biotecnología es doble: 1) proporcionar apoyo para aquellas actividades que no lo obtienen del mercado en medida suficiente, *cuando ellas generen beneficios sociales en medida muy superior a sus beneficios privados* (subrayado agregado); 2) reducir las barreras artificiales que se oponen al funcionamiento correcto del mercado.

En consonancia con ello, las recomendaciones del Consejo tienden, en relación con ciencia y tecnología, a que:

- ▶ Cada agencia implemente con vigor las previsiones de la *Technology Transfer Act*, con el fin de promover la competitividad y la comercialización *por el mercado* de los descubrimientos biotecnológicos.
- ▶ Se informe a los administradores universitarios que procurar la comercialización de las investigaciones *en cooperación con la industria estadounidense* es un elemento importante de la investigación universitaria apoyada por recursos federales.
- ▶ El Gobierno de la Unión facilite la capacitación de investigadores e ingenieros a nivel de Ph.D. y posdoctoral, *promoviendo la formación multidisciplinaria*.
- ▶ Que se procure y facilite la *inmigración de elementos capacitados que permitan mantener la brecha competitiva en áreas como la biotecnología*. (Subrayados añadidos).

Además de mantener la máxima prioridad para las ciencias básicas, se recomienda atención adicional al desarrollo de las tecnologías habilitantes o que llenan la brecha entre el descubrimiento y la producción (*scale-up technologies*), y que se aliente, también, la generación de aquellas tecnologías genéricas, no competitivas, que benefician a todas las firmas.

En cuanto a las reglamentaciones que regulan la actividad, con el fin de evitar su proliferación desordenada, el Consejo recomienda que la Administración utilice los Cuatro Principios de Revisión Regulatoria aprobados por el Presidente Bush en 1990 para guiar a las diferentes agencias en la determinación de su nivel y necesidad. En éste y otros aspectos la tendencia general es simplificar y remover cargas innecesarias y favorecer el crecimiento de un mercado libre para la biotecnología, política ciertamente encomiable en la medida en que contemple salvaguardias adecuadas en materia de seguridad y medio ambiente.

La biotecnología no es, por cierto, la única tecnología emergente de los últimos tiempos. El Departamento de Comercio de Estados Unidos ha identificado recientemente otras 12 con potencial económico significativo (*U.S. Department of Commerce 1990*).

Según Tassej (1991), a quien se debe la cita anterior, todas ellas debieran recibir los mismos tipos de apoyo que recibió en su momento la biotecnología de la "infraestructura tecnológica". Se entiende, bajo esta denominación, el conjunto de conocimientos científicos, de ingeniería y técnicos, a disposición de la empresa privada, que algunos países, entre ellos Japón y Alemania, han desarrollado a manera de un complemento efectivo al papel del Estado como proveedor de una adecuada base tecnológica para la economía nacional.

En la próxima década se espera un amplio crecimiento de esta infraestructura, en alcance y en profundidad, como consecuencia de la adopción de estrategias de crecimiento de etapas múltiples, que son parte de un nuevo concepto de competitividad total.

La infraestructura tecnológica puede estar corporizada en capital humano, institucional o físico, e incluir tecnologías genéricas, infratecnologías, información técnica o bases físicas para investigación o ensayos. Tal vez es la respuesta más completa a un nuevo papel del Estado como respaldo al crecimiento técnico y económico, pero requiere una amplia coordinación de planes, operaciones y políticas, así como también la existencia de una base legal y de un eficiente sistema de comunicaciones para que el "servicio tecnológico" se encuentre siempre disponible, en el lugar y en el momento en que se lo necesita.

Aunque el trabajo repetidamente mencionado de Tassej, que es la fuente principal para estas reflexiones, no hace referencia a los costos de la infraestructura tecnológica, es fácil sospechar que debe ser considerable y que difícilmente se encuentre al alcance de pequeños países aislados.

En cambio, este tipo de mecanismo puede ser decisivo para el éxito de sistemas económicos integrados si éstos alcanzan la escala necesaria y si son capaces de organizar una eficiente subdivisión de responsabilidades.

## LA RESPUESTA DE AMERICA LATINA

Es evidente que en casi todos los países de América Latina el Estado ha asumido el papel de principal operador en materia de generación y transferencia de tecnología.

Las razones para ello no son del todo convincentes.

Es cierto que Schultz (1991), en opiniones formuladas con mucha anticipación a la publicación citada, afirmó que el único enfoque racional para la investigación agrícola moderna consiste en conceptualizar la mayoría de sus contribuciones como bienes públicos que, como tales, deben pagarse con fondos públicos.

De manera análoga Ruttan y Hayami (1991a) sostienen que, en la mayoría de los países que han tenido éxito al alcanzar tasas rápidas de progreso técnico en la agricultura, la socialización de la investigación fue empleada de manera deliberada como instrumento de modernización.

Estas autorizadas opiniones consideran al Estado como la principal fuente de financiación, lo cual es razonable si se consideran las circunstancias. No implican, sin embargo, que el Estado debe necesariamente encarar por sí mismo la generación y transferencia de tecnología de manera predominante hasta el punto de frenar o desalentar otras iniciativas; tampoco significan que, para abordar esta función, el Estado debe descuidar otras que pueden lograr el mismo fin con eficiencia parecida o superior.

Para Dahlman (1990), en la mayoría de las economías el papel del gobierno en relación con la competitividad consiste principalmente en proveer bienes y servicios públicos; puede ayudar, sin duda, con orientaciones, apoyo y financiación, pero es el sector privado el que produce y compete internacionalmente. Dentro de este orden de ideas, compete básicamente al gobierno:

1. Implementar políticas de estímulo y apoyo (incluida la formación de recursos humanos) para la inversión y el crecimiento.

2. Proveer incentivos y un ambiente regulatorio que estimulen a las empresas a mejorar su desempeño.
3. Proveer infraestructura física y de servicios (transporte, telecomunicaciones, energía, entre otras).
4. Seleccionar tecnologías específicas, industrias y firmas para promover la competitividad internacional.

Aunque aquí aparece muy simplificada, con el agregado de la acción directa y la financiación complementaria indispensable, alguna agenda de este tipo parece regular el papel del Estado frente a la ciencia y la tecnología en los países más avanzados que, por encontrarse a la cabeza del desarrollo tecnológico, afrontan la competencia más decidida a este respecto.

A causa de esa misma competencia, la disponibilidad internacional de tecnología es muy grande y aumenta continuamente. En consecuencia, opina Dahlman, los países en desarrollo podrían obtener mayores beneficios adquiriendo tecnología extranjera adecuada a sus propias condiciones que desarrollando su propia tecnología desde el inicio. Esto implica la concentración del esfuerzo en la ingeniería de proceso y en la ingeniería de producto, o en la que se denomina investigación adaptativa, investigación en fincas u orientada hacia el productor en el ámbito de las investigaciones agrícolas.

Siempre dentro de la misma concepción, un papel importante para el Estado sería desarrollar la infraestructura tecnológica básica y los recursos humanos necesarios. Para ello deberá contar, obviamente, con una capacidad científica y tecnológica propia o tener fácil acceso, en el propio país o fuera de él, a un asesoramiento técnico competente, neutro y dedicado.

Presentada de esta manera, la idea puede parecer chocante a más de uno. Sin embargo, nos guste o no, con o sin la intervención del Estado, una proporción muy grande de la tecnología utilizada en los países en vías de desarrollo (y aun en los desarrollados) proviene directa o indirectamente del exterior. No se aprecia ninguna razón, por otra parte,

para que la globalización y regionalización creciente del mercado deba dejar por fuera el intercambio de tecnologías.

Bajo tales condiciones, a menos que alguien siga soñando con una hipotética autarquía científico-técnica, no parece razonable dejar toda la responsabilidad en la incorporación de nueva tecnología externa a empresarios privados que, en muchos casos, cuentan con una competencia limitada al respecto.

Es cierto que dicha tecnología llega, muchas veces, "empacada" dentro de un acuerdo para un emprendimiento conjunto y es el "socio externo" quien responde por ella. Aun así, es fácil comprender la importancia que podría tener un funcionario que pudiese actuar, no como agente regulador (que son los que sobran), sino como asesor competente, bien informado y desinteresado.

Establecer un servicio de este tipo, necesariamente limitado a las líneas de producción que más interesen desde el punto de vista de la competitividad, requiere un tiempo para diseñarlo e implementarlo y un tiempo aún mayor para seleccionar y capacitar a su personal.

Por otra parte, la selección de tecnología es apenas uno de los aspectos de la apropiación tecnológica, expresión que designa un proceso de incorporación rápida de una determinada tecnología con un costo de adquisición inferior al de su desarrollo. Bernal Poveda (1991) describe diez formas diferentes de apropiación; comienza con la ingeniería inversa y termina con la generación de tecnologías originales y competitivas. Para América Latina, confinarse dentro de la última modalidad implica restringir y limitar innecesariamente las posibilidades de desarrollo.

"La competitividad –dice Obschatko (1992)– es la resultante de dos fuerzas: los recursos naturales y el desarrollo científico y técnico. La aceleración de este último en las décadas recientes amenaza con reducir crecientemente las ventajas que derivan exclusivamente de los recursos naturales (...) Es necesaria, entonces, una estrategia para garantizar la disponibilidad de dichas tecnologías, creando condiciones tanto para la

generación local como para la absorción de las desarrolladas en el exterior".

Las últimas reflexiones han introducido el papel del sector privado en la innovación tecnológica, lo cual permite proseguir citando a la misma autora: "La escena actual es un desafío para el sector privado. Le exige adoptar nuevas conductas, desarrollar nuevas habilidades, adaptarse a mayores exigencias de competitividad".

Para Piñeiro (1986), una de las posibilidades para este sector, que reconoce como el "nuevo emergente", es acudir a la tecnología incorporada, más fácil de adoptar que el *know-how*. "La clave –en este caso– es tener la capacidad para producir o importar, distribuir y proporcionar servicios a los insumos tecnológicos, que son las fuentes más importantes de innovación una vez que la modernización de la agricultura se ha puesto en marcha".

Todos los países han utilizado y utilizan distintas clases de estímulos para modificar el comportamiento del sector privado. Echavarría Soto *et al.* (1991) se han ocupado de los incentivos a la innovación tecnológica que se aplican en diferentes países y dan una clasificación de las ventajas y desventajas de los diversos sistemas. Recogen también la experiencia relevada en diferentes regiones y el impacto de los subsidios sobre los gastos de investigación y desarrollo; finalizan su trabajo con propuestas concretas para el caso colombiano.

Posada Florez (1991) incluye entre los estímulos el apoyo a las sociedades científicas, a las publicaciones, a la educación científica a nivel escolar, a las comunicaciones.

Lo cierto es que en América Latina no se ha ignorado la importancia de los estímulos y subsidios que, según las circunstancias, han sido distribuidos con relativa generosidad aunque sin proporcionar, más que en medida reducida, los resultados esperados. Esto plantea la necesidad de preguntar acerca de las razones de esta falta de respuesta. ¿Se trata de carencia de mentalidad empresaria o de capacitación? ¿Falta el terreno preparado para que pueda germinar y crecer vigorosamente la semilla de la innovación?

Roberts (1991) ha realizado un interesante estudio para explicar la transferencia de tecnología de una "organización fuente" por medio de personal que se capacita o trabaja en la misma, de la que luego sale para formar la base técnica inicial de una nueva empresa. En cerca de 200 de estos *spin off* –como se denomina el proceso–, originados en una universidad y dos corporaciones industriales, se registró un gran predominio de las actividades de "desarrollo" sobre las de "investigación" como fuente clave de la tecnología de fundación de la nueva empresa.

Es decir, la transferencia de tecnología de empresa a empresa se hace por las formas más simples de aplicación, que no por casualidad son las que exigen menos inversión y prometen resultados más rápidos y seguros.

En contraste con ello, la experiencia muestra que en América Latina los estímulos oficiales son asignados, preferentemente, a emprendimientos mucho más próximos a la investigación básica o directamente vinculados con ella.

Si los resultados indicados por Roberts fueran generalizables y aplicables a nuestro medio, implicarían que el criterio señalado, bueno tal vez para la formación y selección de recursos humanos, es totalmente inadecuado para estimular procesos de crecimiento tecnológico que, como los grandes ríos, frecuentemente tienen su origen en pequeñas fuentes.

Una lectura, aunque sea somera, del trabajo de White (1989) muestra que en América Latina se ha aplicado la gama más variada de políticas e instrumentos para el desarrollo tecnológico y que, aunque limitado por restricciones económicas y financieras, el esfuerzo no ha sido pequeño ni ha estado desprovisto de iniciativa o amplitud.

No obstante ello, salvo por algunos casos puntuales, los resultados no parecen responder al esfuerzo realizado. Posiblemente habrá que intentar nuevas estrategias, para cuyo diseño los trabajos como el de Roberts, más acercados a nuestra realidad, pueden constituir una guía eficaz.

Una adecuada integración de esfuerzos entre los sectores público y privado se considera esencial para alcanzar en el mercado una mayor competitividad, a pesar de lo cual el Estado retiene un papel dominante y hasta creciente, como sucede en las nuevas economías industriales (Velloso 1990).

Ello no es obstáculo para manifestaciones como las que recoge Montes (1991), quien cita al presidente Gaviria de Colombia, que dice: "La apertura de la economía nos conducirá por un sendero de crecimiento y oportunidad. En este contexto, vale la pena destacar la política de ciencia y tecnología, que impulsará la modernización del sector productivo, *con una alianza inteligente entre los empresarios y el Estado*" (subrayado agregado).

En la práctica, como lo describen Gutierrez (1985) para la Argentina y Graziano Da Silva (1986) para el Brasil, *ambos sectores conviven sobre la base de una distribución tácita del trabajo que, en líneas generales, favorece al sector privado en la generación de tecnologías apropiables y reserva para el Estado las que no lo son y las ciencias básicas.*

A pesar de todo, ya se presentan algunos casos puntuales que señalan un nuevo rumbo, como son los Acuerdos de Vinculación Tecnológica celebrados entre el INTA y empresas privadas de Argentina (Cirio 1992a), o la contratación de la transferencia de tecnología con organizaciones no gubernamentales, como en el caso descrito por Díaz Gacitúa (1991) para Chile.

Cabe esperar que estas iniciativas constituyan un preanuncio de cambios más profundos y significativos en el futuro próximo. Recientemente Schuh (1992), insistió en la necesidad de establecer fuertes vínculos con los Centros Internacionales de Investigación del GCIAl. En realidad tales vínculos ya existen, se han desarrollado en excelentes términos y han tenido significativa importancia para que los sistemas nacionales de investigación pudieran alcanzar su actual mayoría de edad. Sin duda se mantendrán en el futuro y seguirán siendo de gran ayuda dentro de un sistema expandido que enfrenta problemas más grandes y numerosos que los recursos con que cuenta para afrontarlos.

El problema de los sistemas nacionales, al menos en los países de mayor desarrollo relativo, es alcanzar ahora un enlace más estrecho con los sistemas de los países más avanzados para poder dar un nuevo salto cualitativo que justifique y asegure su presencia en el escenario mundial, si es que los países de la Región deben desempeñar algún papel en él.

Para ello, ya se ha dicho, serán necesarios nuevos cambios y adaptaciones de los sistemas nacionales. En varios casos hubo reestructuraciones recientes, pero limitadas a las instituciones del sector agropecuario, que son un poco como globos cautivos dentro de un sistema más amplio que, por buenas razones, no les consiente remontarse en un vuelo independiente.

La excepción a esta situación es el caso de Colombia, donde a partir de 1990 se ha cambiado el marco jurídico que regula el funcionamiento de todo el sistema científico-técnico nacional (COLCIENCIAS y Departamento Nacional de Planeación 1991). Si fueran las leyes las que determinan las acciones humanas, el caso podría estar resuelto, ya que las buenas ideas y la libertad para encauzarlas no faltan en la nueva legislación.

Como el mundo funciona exactamente de la manera contraria, habrá que esperar a ver cómo los seres humanos consiguen reorganizar el rompecabezas de instituciones que conforman el sistema global para que se ajuste a las nuevas normas y alcance un funcionamiento global satisfactorio.

Por el momento la preocupación parece centrarse en los subsistemas y, sobre todo, en las instituciones individuales que conforman el sistema total (PROCADI 1992), pero cabe esperar que pronto, si las circunstancias internas del país lo permiten, el plano de la discusión pueda elevarse por encima de los intereses parciales para focalizar su atención en los problemas nacionales.

Mientras tanto, en los otros países se podrá comenzar a pensar en la manera de constituir sistemas integrados según el tipo de sugerencia formulado por Machinea (1992), al cual ya se hizo referencia. Simultáneamente habrá que continuar los esfuerzos para llegar a constituir una

agenda común con los países más desarrollados, con base en una visión conjunta que considere los legítimos intereses de ambas partes (Otero *et al.* 1991). Entre las áreas de concentración para la presente década los autores citados señalan:

- ▶ Creación de mecanismos institucionales que faciliten el acceso a la tecnología de punta y permitan profundizar las naturales ventajas comparativas con que cuenta la Región.
- ▶ Apoyo a los procesos de integración subregional y regional dirigidos a la construcción de espacios económicos ampliados.
- ▶ Apoyo a los esfuerzos hemisféricos conducentes a lograr una agricultura sostenible en el largo plazo y cuidadosa con respecto al medio ambiente.

## REFLEXIONES FINALES A PARTIR DEL CASO DEL INTA EN LA ARGENTINA

En un tema tan amplio como el presente, que toca tantas situaciones nacionales diferentes y que se interna, necesariamente, un buen número de años en el futuro y muchos más en el pasado, no vale la pretensión de presentar conclusiones anticipadas a las que deben alcanzarse colectivamente.

Formalmente, sin embargo, un capítulo de conclusiones es inevitable. Para no infringir esta norma, y menos aún la anterior, se ha optado por presentar el caso del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), con el cual los autores están bien familiarizados, para que sirva de punto de partida en la amplia discusión que el tema merece.

Nótese que lo que se presenta no es un *ejemplo* de algo que debe ser imitado, sino simplemente un *caso*, con aciertos y errores de los cuales pueden extraerse muchos *caveat* y, tal vez, alguna enseñanza.

Cuanto sigue se ha extractado, en su mayor parte, de dos trabajos recientes (Cirio 1992a y 1992b). Por ser sus antecedentes mejor conocidos, los extractos se refieren particularmente al último decenio.

## A. CAMBIOS ORGANIZATIVOS PARA OPTIMIZAR LA TAREA PUBLICA

### El cuadro de situación a comienzos de los ochenta

Para poder comprender e interpretar los cambios del último decenio es necesario tomar en cuenta su punto de partida, es decir, la situación en que se encontraba el INTA al ingresar en una nueva etapa de su vida institucional. Los extractos que siguen procuran sintetizar dicha situación.

"(...) al regresar la Argentina, a fines de 1983, a la vida democrática el INTA estaba fuertemente sujeto a las siguientes *restricciones internas*:

- ▶ Fuerte astringencia presupuestaria, resultante sobre todo, pero no exclusivamente, de la eliminación de la autarquía financiera decretada en 1979.
- ▶ Débil vinculación con los usuarios y con otras instancias de generación y transferencia de tecnología.
- ▶ Caída de los salarios y migración del personal técnico, en particular el especializado en temas de interés para el sector privado.
- ▶ Inexistencia de oportunidades de capacitación interna y externa, que agravaba la dificultad para reponer personal altamente especializado en un mercado laboral donde la oferta de este nivel de mano de obra es prácticamente nula.
- ▶ Restricciones normativas y actitudinales para la apertura hacia el sector privado.
- ▶ Debilidad de los mecanismos internos de planificación y priorización de actividades y, por ello, fuerte centralización de todas las decisiones de la asignación presupuestaria.

- ▶ Operación de la investigación y de la extensión en compartimentos separados y virtualmente estancos.

“Al mismo tiempo que sufría internamente las restricciones señaladas, el INTA debía arrastrar los nuevos *desafíos externos* surgidos en el medio, fruto de los nuevos tiempos.

“Por consiguiente, a principios de la década pasada el INTA estaba rodeado por realidades que se pueden resumir de la siguiente manera:

- ▶ El sector público afrontaba serias restricciones a la expansión del gasto y de la inversión y arrastraba en su estela al sector privado.
- ▶ Los países de mayores ingresos amenazaban el comercio agropecuario internacional con un creciente proteccionismo y con subsidios a la exportación, especialmente en granos y carnes.
- ▶ El sector privado dedicado a la generación y provisión de insumos tecnológicos (semillas, agroquímicos, maquinarias) y de asistencia técnica vinculada a los mismos había experimentado un importante desarrollo.
- ▶ Se habían multiplicado los técnicos privados y los agentes de transferencia tecnológica pertenecientes a entes provinciales, cooperativas, empresas, grupos CREA, etc., que ya superaban varias veces el número de extensionistas del INTA.
- ▶ El sector agropecuario se había expandido y modernizado, en especial en lo referido a la producción de granos.
- ▶ Se había intensificado la demanda tecnológica, que adquiriría mayor especificidad regional en función de las perspectivas de diversificación agrícola y ganadera.
- ▶ El retorno a la vida democrática había estimulado una demanda generalizada de participación en los asuntos de interés de la comunidad agropecuaria y despertado un nuevo énfasis en el federalismo.”

## Los primeros cambios: autarquía financiera, descentralización y modernización gerencial

Los primeros pasos de una renovación todavía en marcha consistieron en la recuperación de las facultades legales originales y la descentralización estructural y funcional. Con ello se perseguía un mayor acercamiento a las múltiples realidades locales y una participación más directa e intensa, en el manejo del organismo, de todos los estamentos interesados.

"(...) la primera preocupación del gobierno democrático elegido a fines de 1983 fue restablecer las condiciones esenciales que habían dado al organismo sus características básicas y permitido su reconocida contribución al progreso del sector agropecuario nacional".

"Hechas las gestiones pertinentes, en marzo de 1984 el Congreso Nacional, consciente de la importancia del INTA para el proceso de recuperación que iniciaba el país, aprobó la Ley 23058, que restituyó al organismo la capacidad para percibir y administrar directamente sus recursos.

"La autarquía financiera se restableció con base en un mecanismo de financiamiento que asigna al INTA una tasa de 1.5% sobre las exportaciones agropecuarias, lo cual ingresa automáticamente a la institución, sin intermediación del Tesoro. La asignación de los fondos, así como su posterior manejo, quedan al arbitrio del INTA, sin otra restricción que los valores tope que anualmente establece la Ley de Presupuesto, a propuesta de la propia Institución.

"Con respecto a la *descentralización*, luego de un profundo análisis institucional y de intensas negociaciones encaminadas a lograr el consenso de todos los estamentos interesados, internos y externos, el Poder Ejecutivo de la Nación sancionó el Decreto 287/86, que promueve la descentralización operativa del INTA y la participación de los «actores tecnológicos» en su conducción".

"Dicho decreto estableció sendos Consejos (integrados por representantes locales de la producción, Universidad, Gobiernos Provinciales y

científicos) en cada uno de los 15 Centros Regionales y de los 3 Centros de Investigación del INTA y les transfirió una serie de facultades decisorias que hasta ese entonces estaban reservadas a los niveles centrales (Consejo Directivo y Dirección Nacional), tales como la asignación de recursos y el seguimiento de las actividades de carácter regional.

Esta descentralización, justificada por las variaciones que ha experimentado el mercado de tecnología agropecuaria en la Argentina, tanto del lado de la oferta como de la demanda, es uno de los pilares de la reforma y ha permitido:

- ▶ Agilizar las acciones y facilitar la utilización más eficiente y coordinada de los recursos disponibles.
- ▶ Facilitar a los órganos centrales, que gobiernan el organismo en su conjunto, el efectivo cumplimiento de su misión de conducción general, concentrándose en su tarea de «determinar la política científica, tecnológica e institucional del organismo y aprobar su Plan de Tecnología Agropecuaria».
- ▶ Favorecer el control social de la acción del INTA y la mejor correspondencia de sus actividades con la problemática local mediante la interacción entre los usuarios (que deciden acerca de la asignación de los recursos) y el personal técnico (que genera las propuestas de acción).
- ▶ Propiciar, por interacción de las entidades representadas, una mejor inserción del INTA en el medio, una ventajosa complementación de las políticas institucionales respectivas y un más completo aprovechamiento global de los recursos humanos, materiales y financieros disponibles, tanto del sector público como del privado.

Un Comité Mixto, integrado con representantes de todos los Consejos Regionales y de Investigación, cumple las funciones de órgano asesor del Consejo Directivo en materias de alcance general y en todo lo que tenga que ver con distribución global del presupuesto, y se ocupa

de transformar en consenso los conflictos siempre posibles entre diferentes unidades.

"Estas reformas fueron acompañadas o seguidas por una *modernización gerencial* consistente en: la reorganización funcional de la Dirección Nacional; el diseño y puesta en marcha inicial de un nuevo sistema de planeamiento que condujo, por primera vez, a la formulación de un plan de mediano plazo para todo el organismo, PLANTA 1990-1995; el inicio de un sistema de evaluación interna y externa que asegure el mantenimiento de la correcta orientación de las acciones institucionales; la reformulación de la política de recursos humanos y del escalafón; la reforma contable y administrativa; y una serie de reformas e innovaciones, de menor escala pero igualmente importantes, demasiado numerosas para su enunciación detallada".

"El conjunto de estos cambios en lo gerencial actuó como contracara técnica de los cambios políticos en el sistema de toma de decisiones, permitiendo:

- ▶ Generar sistemas de información técnica, económica y administrativa necesarios para los procesos decisorios;
- ▶ fortalecer instrumentos como la planificación y la evaluación, que constituyen un balance del proceso de descentralización.
- ▶ mejorar la eficiencia global del sistema."

### El ajuste y la desregulación

Al asumir el actual Gobierno se dio especial impulso, entre otras importantes iniciativas, a la reforma del Estado, orientada a aligerar y hacer más eficiente toda la compleja maquinaria de la administración pública.

Dentro de ese contexto:

"(...) La sanción del Decreto 2476/90 aceleró la reforma institucional al situarla netamente dentro de la nueva política de Reforma del Estado

que persigue el Gobierno Nacional encabezado por el Presidente C.S. Menem.

"(...) A raíz del decreto citado, entre marzo de 1990 y abril de 1991 la planta de personal pasó de 5921 a 4150 agentes, lo cual implica una reducción del 30%. Ello permitió incrementar el salario medio y los recursos de funcionamiento en 35% y 40% respectivamente, en valores reales.

"(...) El marco jurídico creado por las Leyes 23.696, 23.697 de Reforma del Estado y Emergencia Económica y, especialmente, por el Decreto 2476/90 ya citado, brindaron la posibilidad de superar gran parte de las dificultades operativas enfrentadas por el INTA al alentar la desregulación y la transformación de la tipicidad jurídica de los organismos de ciencia y tecnología.

"Con el fin de explorar las diferentes alternativas abiertas por la nueva legislación, el Consejo Directivo aprobó la Resolución 348/90 estableciendo, en el ámbito del mismo Consejo, una Comisión de Desregulación y Racionalización del Funcionamiento Institucional (CODERAFI), y la Resolución 352/90, integrando dicha Comisión con la totalidad de los miembros del Consejo Directivo con derecho a voto.

"(...) Sobre esta base, la CODERAFI consideró las numerosas alternativas que ofrece la legislación argentina y analizó en particular, elaborando las correspondientes propuestas de los documentos legales pertinentes, la constitución de una Fundación del INTA, la creación del INTA Ente Público No Estatal (EPNE), y la opción de desregulación del INTA dentro de su status jurídico previo. Finalmente, y a pesar del interés de ciertos sectores (p.ej. Presidente de INTA) por las alternativas de desregulación más concluyentes, en virtud de un contexto político aún desfavorable a las mismas (sobre todo el Parlamento, que resultaba clave por requerirse un cambio en la ley), se optó por la última de las opciones: es decir un decreto desregulatorio que mantiene al INTA como organismo autárquico del Estado, pero lo exime del conjunto de normas restrictivas que le fueron aplicadas desde su creación, restituyéndole la autonomía original.

"La cuestión de la naturaleza jurídica es sin duda un tema relevante en cuanto a la organización de las instituciones de C y T. Más allá del desenlace –¿transitorio?– del caso INTA, el proceso de discusión vivido deja algunas lecciones:

- ▶ Deberían contemplarse procesos de «privatización operativa» de empresas/instituciones que seguirán siendo de bien público. A diferencia de las «privatizaciones de propiedad» aquí el Estado puede seguir siendo dueño mayoritario, y de lo que se trata es de posibilitar entes «de bien público y naturaleza operativa privada», para que puedan operar «con la eficiencia de los privados». Hasta ahora los procesos de reforma del Estado se han limitado a privatizar la propiedad de empresas –pasándolas de la órbita estatal a la privada– y no de privatizar su gestión operativa.
- ▶ Es necesario diseñar marcas jurídicas adecuadas para este nuevo tipo de instituciones. A menudo algunas de las opciones disponibles (i.e., fundaciones en la Argentina) están desprestigiadas y no se tienen tipos de entes viables a este fin."

### **Necesidad de mayor vinculación con la investigación y la ciencia básica**

En la Argentina, como en casi todos los países de ALC, la institución oficial que monopoliza, o poco menos, la generación y transferencia de tecnología agropecuaria es ya un recuerdo del pasado.

Por otra parte, la investigación básica y el desarrollo científico son cada vez más determinantes de los avances tecnológicos, y existe una concentración creciente, a nivel mundial, del desarrollo científico y técnico en empresas privadas, muchas de ellas multinacionales, que superan en capacidad económica y operativa a las entidades estatales.

Dentro de este contexto resulta fundamental promover una mayor integración del sistema científico y tecnológico nacional, aspecto en el cual sólo se han producido algunos tibios progresos a partir de la vuelta del país a la vida democrática. La Argentina tiene un conjunto de instituciones –Facultades, Institutos del CONICET, INTA, y otras más– con capacidades complementarias, pero no existen mecanismos de

coordinación entre estos niveles, más allá de que muchas de ellas forman parte de los centros del INTA.

Trasformar este conjunto de entes aislados en un verdadero Sistema de Ciencia y Tecnología Agropecuaria aparece como una tarea prioritaria para encarar la demanda tecnológica del siglo XXI.

Sin duda ésta debería ser una tarea prioritaria para el Estado, pues implica una optimización del uso de los recursos estatales. Alguno de los temas de investigación a realizar son:

- ▶ Creación de bancos de datos con información sobre los temas de investigación de los entes públicos.
- ▶ Constitución de mecanismos de coordinación interinstitucional.
- ▶ Creación de fondos de financiamiento a proyectos interinstitucionales.
- ▶ Constitución de parques tecnológicos que nucleen infraestructura pública y permitan además atraer la radicación de empresas privadas.

### **Profundización de las vinculaciones con el sistema público internacional**

Otro aspecto central para mejorar el desarrollo tecnológico agropecuario es la necesidad de mejorar aprovechamiento de la información de libre disponibilidad que generan instituciones de otros países y los Centros Internacionales del GCIAI (*Grupo Consultivo en Investigación Agrícola Internacional*). Ambas instancias permiten mejorar la eficiencia global del sistema.

### **Jerarquizar y redefinir los mecanismos regionales y subregionales**

Hasta el presente han existido varios intentos para aprovechar más coordinadamente la capacidad tecnológica instalada en la subregión del Cono Sur, a fin de potenciar los recursos individuales de los países. Tanto el Programa Cooperativo de Investigación para el Cono Sur

(PROCISUR), promovido por el IICA, como las redes de cooperación técnica de la FAO, han constituido mecanismos de relacionamiento, capacitación y divulgación de información sumamente positivos en una etapa inicial de acercamiento institucional. Tuvieron lugar, además, en una etapa política adversa, en que habían perdido espacio las propuestas integracionistas.

Hoy aparece como necesario avanzar una etapa más, y entrar de lleno en el campo de la investigación conjunta, la aceptación de responsabilidades específicas y complementarias, y una mucho mayor fluidez en la coordinación de información, recursos humanos y financieros entre países.

La existencia de compromisos políticos y jurídicos como los protocolos para la creación del Mercado Común del Cono Sur entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay que establecen la marcha hacia una integración de las economías, los obliga a dejar de lado los temores por aspectos competitivos de nuestros sectores agropecuarios. Por el contrario, la preocupación debe ser cómo avanzar hacia sistemas coordinados de investigación que, aprovechando la escala regional, permitan generar la tecnología necesaria para que nuestros países puedan seguir siendo competitivos en terceros mercados.

Tanto la teoría económica como las tendencias recientes en materia de desarrollo tecnológico y los procesos políticos de los últimos años abonan una idea: la integración en materia tecnológica es clave para aumentar la eficiencia del sistema de generación de innovaciones y preservar la competitividad de los rubros de exportación agropecuaria en los países del sur de América.

En ese sentido, la orientación de las redes subregionales tendría que cambiarse fuertemente y debería privilegiar las siguientes líneas:

- ▶ Orientar las redes hacia el desarrollo de investigación complementaria, eliminando el simple intercambio de información.
- ▶ Concentrarse en temas en los cuales sean evidentes las economías de escala (biotecnología, recursos genéticos) y, por

ende, las ventajas comparativas de un tratamiento regional (*regional approach*).

- ▶ Constituirse en foro de discusión de las cuestiones de organización institucional y política tecnológica subregional (fortalecimiento de los institutos nacionales de investigación agrícola (INIA), propiedad intelectual, bioseguridad) y asesorar en la materia a los mecanismos de decisión política correspondientes (para el caso del MERCOSUR, por ejemplo, el PROCISUR sería el órgano asesor del CONASUR, que es el Consejo de Ministros de Agricultura del Cono Sur).
- ▶ Promover la integración bi o trinacional de zonas fronterizas con áreas ecológicas homogéneas, incluyendo el uso común de infraestructura.
- ▶ Relevar las capacidades y programas en curso, y promover acciones conjuntas de fijación de prioridades que permitan, a largo plazo, un enfoque subregional de la asignación de recursos.

El modelo de los programas cooperativos, donde son los propios institutos nacionales de investigación agrícola (INIA) quienes deciden y orientan la acción, parece un excelente mecanismo para desarrollar esta etapa de integración tecnológica. De hecho, recientemente en el PROCISUR y el CONASUR, se discutieron algunas de estas ideas (IICA 1991), y se tomaron importantes decisiones en esa dirección.

Promover la integración subregional de la investigación agrícola contribuye, sin duda, a mejorar la eficiencia global del sistema, y a hacer frente a la agenda ampliada de IA que es común a los países del sur de América. Ello debería ser tomado en cuenta tanto por el GCIAI como por los organismos financieros internacionales (OFI), a fin de adecuar sus acciones con aprovechamiento de los mecanismos existentes.

## El GCIAI: necesidad de acelerar los cambios y mayor protagonismo de ALC

Desde su creación, el GCIAI ha prestado un importante apoyo a los INIA de ALC. En el caso del INTA, por ejemplo, resultó clave el papel de CIMMYT en la introducción de germoplasma mejorado de trigo en los años setenta, lo cual permitió un beneficio al país de 70 millones de dólares (U\$S de 1982) anuales equivalente al 80% del presupuesto actual del INTA (Penna 1983).

Tras el éxito productivo de la Revolución Verde, y con la aparición de la Revolución Biotecnológica, el GCIAI ha acordado nuevas prioridades en su accionar. En particular, se señala la necesidad de un desplazamiento de sus actividades hacia la investigación básica (*upwards*), a fin de ser un intermediario que permita a los INIA acceder a innovaciones derivadas de las aplicaciones de la ingeniería genética; desempeñó así un papel de proveedor público de las innovaciones crecientemente privatizadas.

Ello implica, a su vez, la necesidad de dejar de lado otras actividades, o bien de delegar en los INIA ciertas funciones que puedan ejercer en apoyo de los demás con mayor capacidad, en lo que se ha dado en llamar el proceso de devolución de facultades a los INIA.

Este enfoque, y algunas de sus versiones actualizadas, parecen sumamente atinados y coherentes con lo que hemos venido discutiendo. Sin embargo, y a pesar de algunos avances concretos (como la transferencia de responsabilidad por entrenamiento en manejo de cultivo de trigo hecha al INTA por el CIMMYT, con apoyo del BID y FIDA), se hace necesario avanzar con mayor velocidad en este aspecto. Como señalamos antes, los INIA necesitan contar a la brevedad con fuertes alternativas de acceso a las innovaciones biotecnológicas que están siendo generadas privadamente. Asimismo, el GCIAI deberá cubrir productos que no tienen interés comercial para las empresas biotecnológicas transnacionales (*orphan commodities*).

En este contexto de mayor selectividad y movimiento de la investigación agrícola estratégica, el GCIAI podría hacer un mejor aprovecha-

miento del nivel de desarrollo de algunos INIA de ALC, así como también de los mecanismos regionales y subregionales existentes. Estos últimos podrían asumir algunas tareas, y deberían tener un papel mucho más protagónico en los procesos de asignación y selección de prioridades en el Grupo Consultivo. Hasta el presente, y a pesar de las diversas recomendaciones y propuestas efectuadas (CIMA 1987, IICA 1991), no se ha logrado establecer ningún mecanismo de consulta permanente ante el GCIAI (o sus Centros en ALC), ni ante los donantes con mandato regional (BID).

La conformación de un mecanismo de este tipo no generaría ninguna burocracia, pues sólo bastaría aprovechar lo que ya existe a nivel subregional (p. ej. PROCISUR, PROCIANDINO). Ello permitiría, en cambio, una mejor complementación entre los tres niveles organizativos de la IA: internacional, regional-subregional y nacional. Pareciera no existir ninguna razón para demorar esta iniciativa.

## **B. MARCO NORMATIVO Y MECANISMOS DE PROMOCION PARA LA INVESTIGACION PRIVADA**

Tal como ya lo señaláramos, la importancia creciente de la tecnología como fuente de competitividad, el aumento de los costos en investigación y desarrollo, y las nuevas fronteras abiertas por los avances en microelectrónica, biotecnología y nuevos materiales, han puesto en primer plano en los últimos años el problema de la apropiabilidad de la tecnología. Dos temas merecen una reflexión al respecto: el marco normativo para la inversión privada en desarrollo tecnológico, y los mecanismos de vinculación entre los sectores público y privado.

### **Marco normativo**

El INTA ha favorecido el reconocimiento de la propiedad industrial de las nuevas variedades vegetales sobre la base del régimen de la Ley de Semillas N° 20 747, que establece derechos para los obtentores de variedades vegetales nuevas, estables y homogéneas. Considera que tal régimen logra un equilibrio adecuado entre los intereses de quien innova mediante un desarrollo varietal, por un lado, y de los agricultores y el público en general, por el otro. Además, la propiedad conferida no

impide el desarrollo de nuevas variedades a partir de las ya protegidas, de manera que se fomenta un proceso continuo de innovación y mejora. El INTA, junto con la industria semillera argentina, ha constituido un mecanismo de derecho privado (ARPOV) que efectúa el seguimiento de la ley 20 747 y facilita el cobro de regalías a los obtentores.

En consonancia con lo expresado en el párrafo anterior, el INTA considera que una adhesión a la Convención para la Protección de Variedades Vegetales (UPOV) sería beneficiosa para el país, al igual que el establecimiento de un régimen armonizado de protección, sobre la base de los mismos principios, entre los países del CONASUR y otros países latinoamericanos. En tal sentido el proyecto de ley de adhesión a UPOV ya fue elevado por el Poder Ejecutivo Nacional al Parlamento y fue acordada la armonización sobre legislación de semillas por los Ministros de Agricultura del CONASUR.

En su mayoría, los países industrializados reconocen también la protección de las variedades vegetales mediante el reconocimiento de los derechos de los obtentores, en el marco de la UPOV. Sin embargo, en los últimos años, y como consecuencia de los requerimientos de la industria biotecnológica, el debate se ha ampliado significativamente y abarca hoy la posible protección de otras formas vivas, incluidos microorganismos y animales, bajo el sistema de patentes.

Así, en Estados Unidos se aceptó el patentamiento, en 1980, de microorganismos en cuanto tales; en 1986 de plantas y en 1987 de animales. En Europa el patentamiento de microorganismos es hoy aceptado, pero se excluye la protección por esa vía de variedades vegetales y razas animales, y de los procesos esencialmente biológicos de obtención de los mismos.

Esta tendencia a la apropiación de formas vivas (incluidos también partículas subcelulares) plantea un conjunto de nuevos problemas de naturaleza ética, legal y económica.

Como lo han hecho numerosos países industrializados y algunos en desarrollo, es imperativo que en la Argentina se legisle expresamente sobre el tema. De lo contrario, prevalecerá una situación de incerti-

dumbre que afectará las inversiones en producción e investigación; un tema que compromete intereses fundamentales y de largo plazo podría ser resuelto por medio de decisiones judiciales en casos individuales.

Por todas esas razones, el Poder Ejecutivo ha elevado al Congreso de la Nación un proyecto de ley de patentes. En la perspectiva del INTA, y en lo que hace a su ámbito de competencias específicas, la legislación propuesta incorpora lo planteado por la institución, que sumariamente consiste en:

- a) Excluir la patentabilidad de las sustancias existentes en la naturaleza y de su réplica.
- b) Reconocer la patentabilidad de procedimientos microbiológicos y de los microorganismos alterados por una intervención técnica.
- c) Establecer un sistema de depósito de las cepas respectivas y un régimen de acceso a terceros.
- d) Ratificar la protección de las variedades vegetales por el régimen de obtenciones vegetales de la Ley 20 247, y excluir expresamente su patentamiento, así como el de los procesos esencialmente biológicos de obtención.
- e) Excluir el patentamiento de invenciones referidas a animales.

Con una solución como la propuesta se lograría un equilibrio entre los intereses de la investigación, las empresas biotecnológicas, los productores agropecuarios y el público en general. Ello, y el resto de normas discutidas en este acápite, permitirían a la Argentina avanzar en el desarrollo y, en su caso, adquisición y asimilación de fuentes externas de tecnologías que ofrecen un enorme y aún inexplorado potencial para el desarrollo agropecuario del país, preservando un espacio para el desarrollo de capacidades locales.

## Las nuevas formas de articulación con las empresas tecnológicas privadas

Partiendo del reconocimiento de la importancia de los "nuevos actores tecnológicos privados", el INTA estableció una "Política de Vinculación Tecnológica", concebida para promover las relaciones entre sus grupos de investigación y los agentes industriales interesados, e introdujo la normativa necesaria para potenciar estas vinculaciones; también se creó una Unidad específica para este propósito.

Las relaciones de este tipo resultan muy convenientes para los países en desarrollo, pues permiten valorizar la complementariedad entre: *la industria nacional*, todavía demasiado débil y vulnerable para sostener departamentos de I+D con la capacidad necesaria; y *los organismos de ciencia y técnica*, que suelen tener tal capacidad, pero sólo parcialmente aprovechada por insuficiencia de sus recursos operativos.

Además, y el INTA es un ejemplo de ello, los organismos de I+D no suelen tener capacidad para multiplicar industrialmente y distribuir con amplitud los insumos que incorporan las tecnologías que han generado, con lo cual tales tecnologías quedan sin transferir o pueden tornarse obsoletas antes de alcanzar difusión. Las empresas, por su parte, se ven obligadas a seguir produciendo y comercializando tecnologías superadas cuando ya están disponibles las de nueva generación. El balance arroja pérdida neta para las empresas, para las organizaciones de I+D, para los usuarios de la tecnología y para el público en general.

En los países altamente desarrollados e industrializados, la aparición de nuevas tecnologías apropiables (biotecnología, informática, etc.) ha dado un considerable impulso adicional a la asociación de universidades e institutos de investigación con la industria, que han potenciado mutuamente su capacidad para afrontar el futuro. Las nuevas industrias ya no se instalan cerca de las fuentes de materias primas ni de las concentraciones de mano de obra, sino en la proximidad de los centros del saber que aseguran su competitividad. Silicon Valley es apenas un ejemplo de ello.

En los países en desarrollo, como la Argentina, de economías tecnológicamente vulnerables, debe tomarse seriamente en consideración la adopción de políticas como la descrita, para mantener su habilidad de competir potenciando la capacidad instalada, pública y privada.

Siguiendo esta línea de pensamiento, el INTA emprende básicamente dos clases de vinculaciones. La primera es la transferencia de tecnologías que el Instituto ya ha desarrollado, que se realiza por medio de convenios específicos. La segunda clase de vinculación se materializa en los *joint ventures* o emprendimientos de riesgo compartido, en los que se conviene realizar conjuntamente un proyecto para desarrollar una innovación.

Desde 1987, año en que se estructuró y se puso en marcha esta forma de operación, se han firmado y se encuentran en plena ejecución alrededor de 90 convenios de ambas clases que han permitido producir y patentar 45 nuevos insumos tecnológicos, principalmente variedades de plantas, vacunas, maquinaria agrícola, que aportan a la institución unos 2 millones de dólares adicionales por año.

*Esta forma novedosa de relacionar las actividades de investigación y transferencia, a cargo de una institución pública, con las de multiplicación y comercialización, a cargo de entidades privadas, ha permitido incrementar los recursos de investigación a la vez que asegurar la llegada al productor del tecnologías apropiables vinculadas a la generación de insumos tecnológicos.*

En ambos casos, el convenio puede incluir exclusividad o no a las empresas asociadas. La adjudicación se efectúa previo concurso público; el acuerdo establece, entre otras cosas, los aportes financieros y el monto de regalías a aportar por las empresas. Los recursos generados se destinan a financiar gastos del emprendimiento, así como pagar un *plus* salarial a los técnicos del INTA involucrados.

Inspirado en la experiencia del INTA, el Congreso de la Nación sancionó recientemente la ley 23 877 (presentada por un diputado que es técnico del INTA) que crea un Fondo Especial -20 millones de US\$

en 1992– para promover proyectos de innovación tecnológica entre instituciones públicas y empresas privadas. Este nuevo mecanismo impulsa la constitución de "unidades de vinculación" de derecho privado en las instituciones públicas y empresas privadas, las cuales podrán generar proyectos de innovación o transferencia tecnológica elegibles para el Fondo de Promoción. La reglamentación prevé una distribución regional de los recursos, para lo cual se crean instancias descentralizadas de asignación de los mismos.

Quedan resumidos, de esta manera, los esfuerzos realizados por el INTA en el último decenio para insertarse en el nuevo mundo de la ciencia y de la técnica que está surgiendo sobre los viejos paradigmas que nos guiaron en el pasado. Por cierto, el INTA no es el único organismo empeñado en recoger este desafío. Muchos otros, en América Latina y en el mundo en vías de desarrollo, tratan de no perder esta oportunidad para acercarse a los más adelantados, no con ánimo de rivalidad o de competencia, sino con la convicción de que es necesaria una colaboración más profunda y estructurada en todos los terrenos.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, P. P.; SABATO, J. 1983. Evaluación crítica de las interpretaciones del cambio técnico en América Latina. In Cambio técnico en el agro latinoamericano (Piñeiro, M.; Trigo, E. eds.) IICA. San José. pp. 217-240.
- BARBATO, C.; SAINT, W.S. 1983. Comentarios a Leveen y de Janvry. In Cambio técnico en el agro latinoamericano (Piñeiro, M. y Trigo, E., eds.). IICA. San José.
- BEARDSLEY, T. 1992. Teaching Real Science. *Scientific American* 267 (4):78-86 (octubre).

- BERNAL POVEDA, C.E.** 1991. Innovación y apropiación de tecnología en el contexto de la globalización. In *Ciencia y tecnología para una sociedad abierta*. Eds.: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (COLCIENCIAS); Departamento Nacional de Planeación. COLCIENCIAS, Bogotá, p. 85- 102.
- BYERLEE, D.** 1983. Comentarios a Ruttan. In *Cambio técnico en el agro latinoamericano* (Piñeiro, M. y Trigo, E. eds.) IICA. San José. pp. 71-74.
- CHU, S.** 1992. Laser Trapping of Neutral Particles. *Scientific American* 266 (2):48-54.
- CIMA, Novena Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura, Ottawa (Canada).** 1987. Reactivación agropecuaria: una estrategia para el desarrollo. IICA. San José. 266 p. (Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos N° A1/cr-87-13).
- CIRIO, F.M.** 1992a. Desarrollo tecnológico y organización institucional. Reflexiones para el futuro a partir del caso argentino. IICA.
- \_\_\_\_\_. 1992b. Desarrollo tecnológico en el agro argentino. Reflexiones del INTA en torno a la propiedad intelectual. INTA. Buenos Aires. 10 p.
- CLARKE, N.P.; HESS, C.E.** 1991. Issues and Choices: How Will Agricultural Biotechnology Influence the Future? Purdue Univ. Agric. Exp. Sta. USDA, Agricultural Biotechnology, N° 11. 8 p.
- COLCIENCIAS, INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA; DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION.** 1991. *Ciencia y tecnología para una sociedad abierta*. Talleres del Tercer Mundo. Bogotá. 114 p.
- CURRIE, B.; FEDERICO, P.J.; MOULTON, H. FLETCHER; SATCHELL, R.D.** 1973. Patent. *Encyclopaedia Britannica* T17:449-455.

- DAHLMAN, C.J. 1990. The Role of Government: Education Policy, Technical Change, R&D, and Competitive Advantage. In *International Competitiveness. Interaction of the Public and the Private Sectors. Ponencias del Seminario sobre Políticas realizado en Seúl, República de Corea, abril 18-21, 1990.* Irfan Ul Haque, Ed. The World Bank (EDI Seminar Series), Washington, D.C. pp. 45-60.
- DIAZ GACITUA, M. 1991. Las relaciones entre el Estado y los organismos no gubernamentales para la transferencia de tecnología agropecuaria. El caso del Grupo de Investigaciones Agrarias, GIA, Chile. Documento del Seminario-Taller organizado por COLCIENCIAS-ICA-CIID-PROCADI: Sistema de Investigación Agraria. Relaciones entre el Sector Público y Privado. Cali, 12-15 nov. 26 p + anexos.
- DRUCKER, P.F. 1992. Dirección de instituciones sin fines de lucro. El Ateneo. Buenos Aires, 216 p.
- ECHAVARRIA SOTO, J.J.; JARAMILLO SALAZAR, H.; BERNAL POVEDA, C.E. 1991. Dominio tecnológico en una economía abierta. In *Ciencia y tecnología para una sociedad abierta* (Eds.: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (COLCIENCIAS); Departamento Nacional de Planeación). COLCIENCIAS, Bogotá, pp. 53-84.
- ELGUETA GUERIN, M. 1967. Evolución de la investigación agrícola en América Latina. In *Las ciencias agrícolas en América Latina. Progreso y futuro.* (Eds.: Castronovo, A.; Gutiérrez J. M.) IICA-ALAF, San José, pp. 125-141.
- ELSTER, J. 1990. El Cambio Tecnológico. Investigaciones sobre la Racionalidad y la Transformación Social. Editorial GEDISA, Barcelona, 244 p.
- FELLER, I.; MADDEN, P.; KALTREIDER, L.; MOORE, D.; SIMS, L. 1987. The New Agricultural Research and Technology Transfer Policy Agenda. *Research Policy* 16:315-325.

- FNUAP (FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A POPULAÇÃO). 1992. A Situação da população mundial. New York. 50 p. ilus.
- GASSER, C.S.; FRALEY, R.T. 1992. Transgenic Crops. *Scientific American* 266(6):34-39.
- GRAZIANO DA SILVA, J. 1986. A relação setor público-privado na geração de tecnologia agrícola no Brasil. ISNAR, PROAGRO. Documento N° 6.
- GUTIERREZ, M. 1985. Las funciones del sector público en el mejoramiento genético de los principales cultivos de la región pampeana en la Argentina. ISNAR, PROAGRO. Documento N° 3.
- HANNEBERG, P. 1991. Economic Instruments. *Tomorrow's Approach to Protecting the Environment*. ENVIRO 12:2-5- Solna, Suecia.
- HARDY, R.W.F.; GLASS, D.J. 1985. Our Investment: What is at Stake? *Issues in Science and Technology* 1(3):69-82.
- HOGAN, J. 1992. The Mephistopheles of Neurobiology. *Scientific American* 266(2):16-17.
- HOUSSAY, B.A. 1954. El pasado y el futuro de la ciencia en América Latina. *Ciencia e Investigacion*, 10:52-60.
- IANNONE, N. 1990. Estrategias alternativas de control de plagas. INTA, Buenos Aires, AS publ. N° 2.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1991. Bases para una agenda de trabajo para el desarrollo agropecuario sostenible. IICA. San José. Serie Documentos de Programas N° 25.
- JANSEN, M.B. 1973a. Iwakura Tomomi, Prince (1825-1883). *Encyclopaedia Britannica*, T 12:820-821.
- \_\_\_\_\_. 1973b. Japan, IV History. *Enciclopedia Britannica* T 12:887-920.

- LEVEEN, P.; JANVRY, A. DE. 1983. La economía política del cambio tecnológico en las economías desarrolladas. In *Cambio técnico en el agro latinoamericano*. (Eds.: Piñeiro, M.; Trigo, E.) IICA. San José. pp. 75-101.
- LINDNER R.K. 1991. The Role of the Private and Public Sectors in the Development and Diffusion of Biotechnology in Agriculture. Ponencia presentada en la 2ª Conferencia Internacional de la International Association of Agricultural Economists, agosto 22-29. Tokyo, 13 p.
- LYNAM, J.K. 1983. Comentarios a Ruttan. In *Cambio técnico en el agro latinoamericano* (Eds.: Piñeiro M. y Trigo E.). IICA. San José. pp.58-71.
- MACHADO-ALLISON, C.E. 1989. La herencia tecnológica. Fundación Instituto de Ingeniería. Caracas. 344 p.
- MACHINEA, E. 1992. El marco de CONASUR-MERCOSUR para las instituciones de investigación agropecuaria. Documento presentado al Seminario sobre Desarrollo Institucional del PROCISUR, Río de Janeiro, 26-30 octubre. IICA, Río de Janeiro, 16 p.
- MARZOCCA, A. 1967. Los pioneros. In *Las ciencias agrícolas en América Latina. Progreso y futuro*. (Eds. Castronovo, A.; Gutiérrez J. M.). IICA-ALAF. San José. pp. 27-66.
- MONTES LL., G. 1991. Discurso del Gerente General del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Documento del Seminario-Taller organizado por COLCIENCIAS-ICA-CIID-PROCADI Sistemas de investigación agraria: Relaciones entre el sector público y privado. Cali. 12-15 nov. 35 p.
- OBSCHATKO, E.S. DE. 1992. Argentina: Agricultura, integración y crecimiento. IICA. Buenos Aires, 128 p.

- OTERO, M.R.; SABATO, J.; TRIGO, E.; CHIRIBOGA, M.; POMAREDA, C.; ESTEFANELL, G. 1991. La cooperación técnica internacional para la agricultura a fines del siglo XX: reflexiones y propuestas. CIMA, Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura, (Madrid, España). OEA/Ser.K/II:10.1/Doc.7(91) rev., vi + 34p.
- PETERSON, W. 1992. Is the Demand for Experiment Station Personnel Declining?. *Rev. Agric. Economics* 14(1):55-64.
- PIÑEIRO, M.; FIORENTINO, R.; TRIGO, E.; BALCAZAR, A.; MARTINEZ, A. 1982. Articulación social y cambio técnico. La producción de azúcar en Colombia. IICA. San José. xi + 428 p. (Serie Investigación y Desarrollo N° 7).
- \_\_\_\_\_; TRIGO, E. (Eds.). 1983a. Cambio técnico en el agro latinoamericano: Situación y perspectivas de la década de 1980. IICA. San José. xv + 490p. (Serie Investigación y Desarrollo N° 10).
- \_\_\_\_\_; TRIGO, E. 1983b. Cambio técnico y modernización en América Latina: un intento de interpretación. In *Cambio técnico en el agro latinoamericano* (Eds.: Piñeiro, M.; Trigo, E.). IICA. San José. pp. 167-208.
- PIÑEIRO, M. 1986. The Development of the Private Sector in Agricultural Research: Implications for Public Research Institutions. ISNAR, PROAGRO. Documento N° 10.
- POSADA FLOREZ, E. 1991. Estímulos a la investigación y a los investigadores. In *Ciencia y tecnología para una sociedad abierta* (Eds. COLCIENCIAS; Departamento Nacional de Planeación). COLCIENCIAS. Bogotá. pp. 135-162.
- PRESIDENT'S COUNCIL ON COMPETITIVENESS. 1991. Report on National Biotechnology Policy. February, 1991. viii + 26 p.

- PROCADI, Corporación Programa Colombiano en Administración de la Investigación Agraria. 1992. Resumen del Informe de Relatoría del Seminario Internacional sobre Relaciones entre los Sectores Público y Privado y el Sistema de Investigación Agraria. PROCADI. Bogotá, agosto, s/p.
- ROBERTS, E.B. 1991. The Technological Base of the New Enterprise. *Research Policy* 20:283-298.
- RUTTAN, V. 1983. La teoría de la innovación inducida del cambio técnico en el agro de los países desarrollados. In *Cambio técnico en el agro latinoamericano*. (Eds.: Piñeiro, M.; Trigo, E.). IICA. San José. pp. 13-57.
- \_\_\_\_\_. 1991. Modelos de desarrollo agrícola. In *Desarrollo agrícola en el Tercer Mundo*. (Eds. Eicher, C.; Staatz, J.). Fondo de Cultura Económica. México. pp. 53-61.
- \_\_\_\_\_. 1992. *Sustainable Growth in Agricultural Productivity: Poetry, Policy and Science*. Bureau of Economic Studies, Macalester College, St. Paul, Minnesota. Documento N° 12.
- \_\_\_\_\_; HAYAMI, Y. 1991a. El modelo de innovación inducida del desarrollo agrícola. In *Desarrollo Agrícola en el Tercer Mundo*. (Eds.: Eicher, C.; Staatz, J.). Fondo de Cultura Económica. México. pp. 78-95.
- \_\_\_\_\_; HAYAMI, Y. 1991b. Rapid Population Growth and Technical and Institutional Change. In *Consequences of Rapid Population Growth in Developing Countries*. (Eds. Tapinos, G.; Blanchet, D.; Horlacher, D.). Taylor and Francis. New York. pp. 127-157.
- \_\_\_\_\_. 1992. Comunicación personal; visita al INTA; Noviembre.
- SCHULTZ, T. 1991. Aspectos económicos de la investigación agrícola. In *Desarrollo agrícola en el Tercer Mundo*. (Eds.: Eicher, C.; Staatz, J.). Fondo de Cultura Económica. México. pp. 411-425.

- SCHUH, G. 1992. National Agricultural Research Institutes of the Twenty-first Century. Documento presentado al Seminario sobre Desarrollo Institucional del PROCISUR, Río de Janeiro, 26-30 de octubre. IICA, Río de Janeiro. 16 p.
- SIGMA XI, THE SCIENTIFIC RESEARCH SOCIETY. 1987. A New Agenda for Science. New Haven, Connecticut. 48 p.
- SMITH, T. 1973. Zaibatsu. Encyclopedia Britannica. T 12:940.
- STAATZ, J.; EICHER, C. 1991. Las ideas sobre el desarrollo agrícola dentro de su perspectiva histórica. In Desarrollo agrícola en el Tercer Mundo. (Eds.: Eicher, C.; Staatz, J.). Fondo de Cultura Económica, México. pp. 11-43.
- TASSEY, G. 1991. The Functions of Technology Infrastructure in a Competitive Economy. Research Policy 20:345-361.
- TRIGO, E.; PIÑEIRO, M. 1983. La investigación agropecuaria en el nivel nacional en América Latina: problemas y perspectivas en la década de 1980. In Cambio técnico en el agro latinoamericano (Eds.: Piñeiro, M.; Trigo, E.). IICA. San José. pp. 311-351.
- \_\_\_\_\_; PIÑEIRO, M. 1984. Funding Agricultural Research. In Selected Issues in Agricultural Research in Latin America. (Eds.: NESTEL, B.; TRIGO, E.). ISNAR, The Hague. pp. 76- 98. Informe sobre una conferencia realizada en Madrid, Set. 26-Oct.1.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. 1990. Emerging Technologies: A Survey of Technical and Economic Opportunities. Washington, D.C.
- UNITED NATIONS POPULATION FUND. 1992. Population Issues. Briefing Kit 1992. UNPF, Information and External Rel. Div., New York. 21 p.

- VELLOSO, J.P. 1990. International Competitiveness and the Creation of an Enabling Environment. In International Competitiveness. Interaction of the Public and Private Sectors. Ponencias del Seminario sobre Políticas realizado en Seúl, República de Corea, abril 18-21, 1990. Irfan Ul Haque, Ed.). The World Bank (EDI Seminar Series), Washington, D.C. pp. 29-36.
- WHITE, E. 1989. Políticas e instrumentos para el desarrollo de las nuevas tecnologías en América Latina. Comercio Exterior 39:966-977.

**Esta edición se terminó de imprimir  
en la Sede Central del IICA  
en Coronado, San José, Costa Rica,  
en el mes de setiembre de 1993,  
con un tiraje de 500 ejemplares.**

DATE DUE

DEVUELTO  
30 NOV 1994

DEVUELTO

DEVUELTO

IICA 87314  
PM-A1/SC POLITICA TECNOLÓGICA Y  
93-22

Autor

COMPETITIVIDAD ...

Título

Fecha  
Devolución

Nombre del solicitante

30 NOV 1995

J.M.M.

DEVUELTO

J.M.M.

87314

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA**  
Sede Central / Apdo. 55-2200 Coronado, Costa Rica / Tel.: 29-02-22/  
Cable: IICASANJOSE/Télex: 2144 IICA CR / FAX (506) 29-47-41, 29-26-59 IICA COSTA RICA