

El sistema de innovación tecnológica en la agricultura mexicana: el caso de la empresa innovadora*

Alfredo Tapia N. •

Introducción

Un sistema nacional de innovación (SNI) está comprendido por las “empresas públicas y privadas, pequeñas y grandes, universidades y centros públicos, cuyo objeto es la producción de ciencia y tecnología al interior del espacio nacional”.¹

En este contexto, para el caso de México, y en particular para la empresa privada, su participación ha sido escasa, debido en gran medida a la regulación y monopolio de dicha actividad por parte del Estado, así como por los exiguos estímulos dirigidos hacia la creación de una cultura innovadora en las empresas.

A partir de mediados de la década de los ochenta, el Estado inicia una reestructuración de la economía cuyas principales características son la desregulación de la actividad económica y la apertura comercial. En este nuevo marco, el Estado reco-

* Ponencia presentada en el XIV Seminario de Economía Agrícola del Tercer Mundo, organizado por el IIEc. en octubre de 1994. El trabajo forma parte de un proyecto de investigación más amplio financiado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM.

• Investigador adscrito al Campo Experimental Bajío, CIR-CE, Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), actualmente realizando estudios de doctorado en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM.

¹ Niosi, J., B. Bertrand, P. Saviotti, y M. Crow. “Les systèmes nationaux d’innovation: à la recherche d’un concept utilisable”, *Revue Française d’économie*, hiver 1992, publicado en *Problèmes économiques*, núm. 2311, 3 février 1993. Ver reseña elaborada por Leonel Corona, División de Estudios de Posgrado (DEP), Facultad de Economía (FE), UNAM.

noce que la innovación tecnológica es uno de los factores de mayor relevancia para que el sector productivo participe de manera competitiva. En este sentido, a través de diversos instrumentos y mecanismos se ha comenzado a promover el desarrollo de la capacidad endógena en las empresas.

El presente trabajo constituye un avance en el estudio del sistema de innovación y promoción tecnológica como factor de competitividad, en particular, para el sector agricultura y de manera más específica, se presenta un avance correspondiente a las empresas "innovadoras" o "de base tecnológica", que constituyen como grupo uno de los diversos agentes de dicho sistema.

Marco de referencia sobre la innovación

El sistema nacional de innovación tecnológica: consideraciones teóricas

En torno a las creación de condiciones que propicien la capacidad tecnológica en las empresa, surge el concepto de "sistema nacional de innovación".

De acuerdo a Niosi,² la teoría de los sistemas nacionales de innovación se inician con Schumpeter con el "empresedor heroico", pasando en los años cuarenta por la gran empresa que internaliza las innovaciones, es decir, se pasa del individuo a las organizaciones. Un resumen esquemático de estos avances es el siguiente: a) Smookler (1966), el papel de la demanda del mercado; b) Freeman (1972), la organización de la Investigación y Desarrollo (I-D) en las empresas; c) Von Hippel (1976), las interacciones entre las empresas en el proceso de innovación; d) Gille (1976), la naturaleza sistémica en los sistemas técnicos; e) Mowery y Rosenberg (1979), el papel de la ciencia y la tecnología como base de la innovación; f) Rothwell y Zegfeld (1981) y Nelson (1981), el papel del Estado y Niosi, Faucher (1991), el Estado como el principal proveedor del factor científico tecnológico; g) Mariti y Smiley (1983), Fusler y Hecklish

² *Ibid.*

(1985), las alianzas técnicas y los acuerdos de colaboración entre empresas; h) Mowery y Rosenberg (1990), elaboran una descripción histórica del sistema nacional de innovación.

En este camino de teorías, los sistemas nacionales de innovación aparecen como el campo teórico para explicar la innovación.

El concepto de sistema nacional de innovación (SNI), fue introducido por el economista danés Lundvall.³ Basado en el concepto de sistemas nacionales productivos y el de relaciones entre firmas, enfatiza las relaciones entre productores y utilizadores en la economía nacional, lo que explica la base nacional de los SNI.

Freeman (1987) pone la atención sobre las instituciones sociales que acompañan a la innovación. Así, los SNI se definen como "las redes institucionales en los sectores públicos y privados en los cuales se dan las interacciones para generar, transferir y difundir las nuevas tecnologías".

Para Nelson (1987), los SNI se deducen en parte de las políticas nacionales de innovación.

El concepto de SNI implica que los elementos sistémicos en el interior de las economías sean más importantes que entre los diferentes países: 1) Los determinantes de los mercados nacionales; 2) Las colaboraciones nacionales son más frecuentes que las internacionales;⁴ 3) Los determinantes técnicos aparecen en un primer momento a partir de lo nacional; 4) La política se establece principalmente a nivel nacional en torno al financiamiento público, a la innovación y a las normas legales.⁵

En este orden de ideas, el SNI comprende a las "empresas públicas y privadas, pequeñas y grandes, universidades y cen-

³ Lundvall, B.A. "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation", en *Technical change and domestic theory*, London and New York, Printer Publishers, 1988 (reprinted in 1990).

⁴ *Ibid.*

⁵ Niosi, J.B. *et al. Op. cit.*

tros públicos, cuyo objeto es la producción de ciencia y tecnología al interior del espacio nacional”.⁶

Sin embargo, Niosi señala que en la definición del concepto se presentan dos problemas: el nivel de coherencia necesario para definir el SNI y las transferencias internacionales de tecnología. Asimismo, resalta que las teorías actuales no sustentan el concepto de SNI, pues éstas son del tipo de equilibrio, optimización y agentes representativos, mientras que el SNI requiere sustentarse en la diversidad institucional.

Las teorías del comercio internacional implican, mediante las ventajas comparativas, consideraciones nacionales.

Las teorías neo-tecnológicas del comercio consideran las especificidades de los recursos naturales, la innovación y las normas de consumo.

Una explicación factible del SNI puede provenir de las teorías evolucionistas (Nelson y Winter, 1982; Dosi *et al.*, 1988). Estas teorías se han basado en la biología, los sistemas, la termodinámica irreversible (sistemas abiertos que no pueden retornar al punto inicial sin cambiar el entorno) y las teorías de la organización.

Niosi⁷ se plantea la pregunta relativa a la convergencia de los SNI. Para ello, se remite a los diseños dominantes (Albertnathy y Utterback, 1975, 1978), trayectorias naturales y regímenes tecnológicos (Nelson y Winter, 1977), o paradigmas tecnológicos (Dosi, 1992). Esto es, que una vez que un paradigma tecnológico se establece, los productores convergen dentro de él. Entonces los SNI se mantendrán en la medida que a la convergencia, impulsada por la internacionalización, se opongan las asimetrías.

En torno a estos planteamientos queda abierta la pregunta de si los sistemas nacionales de innovación existen en los países en vías de desarrollo. Esto porque sus innovaciones son menores y más bien, son de tipo adaptativa. El objetivo en última instancia es que los SNI permitan, más allá de la dotación de

⁶ *Ibid.*

⁷ *Ibid.*

factores y la convergencia de sistemas, inducir la duración de las ventajas construidas.

En este contexto, para países en proceso de desregulación como México, en vías de una mayor participación en el comercio internacional, un factor de vital importancia es el fortalecimiento de su capacidad para innovar tanto en los organismos públicos como en los privados.

Teorías sobre la innovación y la explicación del dominio tecnológico en la empresa

El concepto de innovación fue acuñado por Schumpeter para referir el momento en que un nuevo producto, servicio o proceso se introduce al mercado. La innovación incluye el acto de introducir al mercado un proceso o producto, en un espacio geográfico definido.⁸ En la medida que exista una demanda, la innovación se tipifica como de “atracción del mercado” y si la innovación es una novedad, es de “impulso tecnológico”; es decir, pesa más la oferta tecnológica, la cual busca su mercado potencial, o bien, es una innovación de frontera que requiere crear su propio mercado.⁹ En todos los casos, la innovación es exitosa si reúne, a través del mercado, una oportunidad tecnológica con una necesidad.¹⁰

Respecto al dominio tecnológico, autores como Perrin¹¹ y el propio Corona,¹² señalan que su posesión implica contar con capacidad endógena de generar tecnología para las innovaciones, la cual no necesariamente se adquiere con la compra de sus derechos de uso o propiedad, pues su utilización no implica necesariamente absorber el conocimiento tecnológico. En este sentido, el dominio innovador comprende tanto la capacidad y

⁸ Corona, T.L. “Situación actual y perspectivas de las EBTs en México”, serie *Cuadernos de Investigación*, núm. 1, DEP-FE, UNAM.

⁹ *Ibid.*

¹⁰ Corona, T.L. *Op. cit.* Vegara, J.M. *Ensayos económicos sobre innovación tecnológica*, Madrid, Alianza Editorial, 1977.

¹¹ Citado por Vegara, J.M. *Op. cit.*

¹² *Ibid.*

el esfuerzo tecnológicos, como los resultados económicos derivados las innovaciones resultantes.

En este mismo contexto, un requisito para el crecimiento y sobrevivencia tanto de grandes empresas, como de las pequeñas en los mercados internacionales, es el desarrollo de capacidades innovativas, lo cual se logra a través del sinergismo de esfuerzos múltiples.¹³

La innovación tecnológica como objeto de estudio y como factor de competitividad

Como objeto de estudio la innovación tecnológica es un fenómeno nuevo, en relación a la explicación de las formas de decisión y el contexto social y económico que la favorece o la restringe.¹⁴ Señala el autor que las investigaciones pioneras que consideran a la innovación como problema económico se inician hace treinta años, mismo que se traslapa con los temas ya vigentes del cambio técnico y tecnológico. La agricultura como sector no es la excepción, pues los aportes más importantes datan también de los sesentas con los trabajos pioneros de Griliches (1960) y destaca también la corriente de la comunicación con los aportes de Rogers y Shoemaker,¹⁵ para el medio rural.

Si bien el conocimiento sobre la innovación es pionero y aún incipiente, lo es más en torno a las condiciones específicas que explican su escasa ocurrencia en los países llamados subdesarrollados. La innovación se incorpora de manera central y creciente en el comercio internacional, al crecer la participación de los denominados "productos intensivos en conocimientos"; es decir, aquellos con mayor valor agregado en actividades de (I-D). Tales productos, se relacionan con ventajas competitivas

13 Lefebvre, E., L. A. Lefebvre y J. Harvey. "Competing internationally through multiple innovative efforts", en *R&D Management*, 23, 3, Brasil, Blackwell Ltd, 1993.

14 Corona, T.L. *Op. cit.*

15 Rogers, M.E. y F.F. Shoemaker. *Communication of innovations: a cross-cultural approach*, New York, Free Press and Collier Macmillan Ltd, 1962.

que permiten captar valores económicos. Mientras estos cambios aparecen en los países industrializados desde los años sesenta, en México y otros países de mediana industrialización se presenta como un fenómeno de finales de los ochenta y se prevee aumentará en los próximos años. En este contexto, en México el fenómeno innovador no se ha consolidado en el sentido de mostrar claramente capacidades tecnológicas que puedan convertirse en ventajas competitivas.¹⁶

El papel del Estado como promotor del proceso innovativo

Watkins¹⁷ señala que en el proceso de innovación y difusión tecnológica suelen aparecer barreras políticas y sociales, donde las estructuras del mercado libre no están bien ubicadas para minimizar los costos de la comunicación sobre la información tecnológica. El autor señala que en estos casos, los gobiernos pueden jugar un papel económico positivo ayudando a las firmas a superar tales barreras relativas a la comunicación y negociaciones tecnológicas.

En el caso japonés, la participación del Estado se considera importante. La política industrial japonesa, está en favor del sistema de I-D tecnológico industrial en gran escala con apoyo de la Agencia de Ciencia y Tecnología Industrial del Ministerio Internacional de Industria y Comercio (MITI, por sus siglas en inglés). De este modo, el gobierno aporta los fondos necesarios para el desarrollo de tecnología, que es importante a la economía como un todo, lo cual es demasiado difícil o imposible para el sector privado. El énfasis más que en investigación básica, ha sido la transferencia de tecnología, comercialización de tecnología y el desarrollo y avance de procesos manufactureros.¹⁸

16 Corona, T.L. *Op. cit.*

17 Watkins, T.A. "A technological communications cost model of I&D consortia as a public policy", en *Research Policy*, 20, North-Holland, 1991, pp. 87-107.

18 Steve, A. et al. "R&D rivalry and industrial policy to high technology industry", en *Technological forecasting and social change*, Vol. 41, núm. 1, february 1992, pp. 41-55.

Para los países en desarrollo, Pérez señala que actualmente nos encontramos en un período de transición tecnológica, que representa un poderoso instrumento para lograr una reestructuración exitosa. Tal transición entraña una transformación institucional profunda para aprovechar la sobreposición de paradigmas que ocurre, durante la transición, entre la fase de madurez del antiguo paradigma y la fase inicial del nuevo, porque ello da pleno acceso a la competitividad. Esta doble oportunidad tecnológica formada por el acceso simultáneo a conocimientos (viejos y nuevos), puede conducir a los países a ingresar en áreas bien seleccionadas de las nuevas tecnologías y/o competir con éxito con base en productos “viejos” revitalizados. En la actualidad las empresas que intentan transformarse encuentran poco apoyo y muchos obstáculos:

los recursos humanos requeridos no están disponibles; el sistema financiero no está preparado para financiar el cambio técnico ni la innovación tecnológica o el crecimiento flexible; y los mecanismos de política industrial parecen una carrera de obstáculos interminables y contribuyen más a frenar la modernización que a facilitarla.¹⁹

En este sentido, la autora considera relevante la participación del sector público para resolver estos conflictos.

Metodología

Retomando las ideas expuestas en el marco de referencia, algunas consideraciones para el estudio de las empresas que como parte de un sistema nacional de innovación (SNI) inciden en la agricultura mexicana son las siguientes.

1. El SNI, como concepto, involucra una diversidad de agentes que interactúan en el proceso innovativo, e implica la creación de condiciones propicias para consolidar la capacidad tecnológica y ventajas construidas. ¿Para México como país

¹⁹ Pérez, C. “Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo”, en *El Trimestre Económico*, núm. 233, enero-marzo de 1992.

de menor desarrollo, existe un SNI?, y para la agricultura ¿qué agentes participan y cómo se caracteriza la interacción entre éstos?

2. La generación de innovaciones requiere del dominio tecnológico, de capacidad endógena, lo cual implica la asignación deliberada de recursos y esfuerzos a actividades de investigación y desarrollo. ¿Cuál es la capacidad endógena de las empresas innovadoras en la agricultura?
3. El fenómeno de la innovación, según la literatura, es reciente en los países en vías de desarrollo (finales de los años ochenta). ¿Cuál es la dinámica cronológica para el caso de la agricultura?
4. Como país de menor desarrollo, ¿cómo se caracterizan las innovaciones de las empresas mexicanas?

El marco de estudio estuvo definido por las empresas innovadoras. Para su identificación y selección se consideraron las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT), así como aquellas empresas que se crearon fuera de este contexto. Para la identificación de estas últimas se acudió a expertos, revistas especializadas, publicaciones sobre el tema y organismos promotores de la innovación como Fidetec/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), Nacional Financiera (Nafin) y diversas Cámaras Industriales.

La variable central que caracteriza a la Empresa de Base Tecnológica (EBT) es el dominio tecnológico para generar innovaciones. Como función del dominio tecnológico se consideraron como relevantes las siguientes variables e indicadores.

1. *Capacidad de innovación.* Como indicadores de esta variable se consideraron: a) calificación y experiencia del personal dedicado a actividades de I-D, la capacidad se complementa con el acervo de redes formales o informales, internas y externas, que permiten o facilitan el acceso a conocimientos tecnológicos específicos; b) instalaciones, equipamiento e instrumentación para realizar las actividades de I-D, los medios de producción tecnológica pueden ser en parte internos a la empresa y en parte utilizar servicios y laboratorios

externos; c) estructuras gerenciales y organizativas que favorecen la innovación tecnológica.

2. *Esfuerzo innovador*: a) actividades explícitas de I-D mediante la asignación deliberada de recursos humanos, financieros y organizativos; b) relaciones con instituciones de investigación e información científica y tecnológica. Dado el grado de internacionalización de las actividades de I-D, se consideró conveniente caracterizar el tipo de alianzas de las empresas innovadoras y la participación de grupos con presencia internacional.

La capacidad y el esfuerzo innovador tienen sentido en la medida que generan innovaciones exitosas en el mercado. Con esta orientación, los indicadores sobre "resultados de innovación" son los siguientes.

3. *Resultados de innovación*: a) número, importancia y rentabilidad de las innovaciones; b) el otorgamiento de patentes y/o derechos por sus innovaciones considerando la cobertura de los países donde se han registrado; c) la amplitud de los espacios geográficos en que se comercializan las innovaciones y el grado de penetración en los mercados, local, nacional, internacional o mundial.

Se tomaron en cuenta también algunos factores que pueden limitar, o bien, representar un obstáculo para el proceso innovativo; éstos se relacionan con los diversos agentes que forman parte de un SNI: universidades, centros de I-D, organismos públicos y privados promotores de la innovación, etcétera.

La escala de calificación más común empleada para clasificar a las empresas en cada uno de los indicadores arriba anotados, fue una escala arbitraria de 0 a 5 en la cual se considera: 0 nula influencia; 1 muy baja; 2 baja; 3 media; 4 alta y 5 muy alta.

Resultados

En el mismo orden establecido en la metodología a continuación se presentan y discuten de manera breve los avances de este trabajo.

De acuerdo al concepto de SNI abordado en el marco de referencia, en México no existe tal; sin embargo, esta aseveración se irá argumentando en los puntos que constituyen este capítulo de resultados y en especial desde el punto de vista de las empresas innovadoras como objeto central de esta investigación.

Las empresas innovadoras en agricultura

• Características generales

Para este análisis se dispone de datos de 13 empresas innovadoras, de un total de 15 que se han identificado. Las características generales de estas empresas se presentan en el Cuadro 1, donde se puede apreciar que de éstas, sólo una está relacionada con el sistema de incubadoras de empresas de base tecnológica (IEBT) y otra surgió de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); ambos casos corresponden a los típicos *Spin offs* reportados en la literatura sobre el tema.²⁰ Las 11 restantes son empresas que se crearon de manera independiente; su fecha de fundación varía de 1926 a 1993. Asimismo, de las 13 empresas dos son trasnacionales, seleccionadas a manera de referencia y las restantes son mexicanas empleadas para su operación capital 100% nacional.

El giro de las empresas es variado: industria de semillas mejoradas (empresas 1, 2, 3 y 13); sistema de información geográfica (4); industria química (5, 6 y 7); micropropagación

²⁰ Término empleado para referirse a investigadores que desarrollan habilidades y adquieren conocimientos y experiencia dentro de una universidad o centro de I-D, y que posteriormente salen de éstos para crear sus propias empresas teniendo como base dichas habilidades y conocimientos para generar innovaciones.

vegetal (8); alimento balanceado para ganado (9); harinas nixtamalizadas (10); pigmentos vegetales (11); y alimentos congelados (12) (ver Cuadro 1).

A pesar de la antigüedad de algunas empresas, se puede apreciar en el mismo cuadro, que la actividad de I-D en estas es reciente; en efecto, en siete casos las actividades de I-D tienen menos de 5 años de iniciadas, mientras que para el resto es entre 6 y 10 años.

- Capacidad de innovación

Los resultados de esta variable se presentan través de los siguientes indicadores:

1. *Número y grado académico del personal dedicado a I-D.* El número de investigadores por empresa varía de 1 a 13, en las que predomina el nivel licenciatura con un promedio de 2.5; sin embargo, destacan también los niveles de maestría y doctorado con un promedio de 1.8 y 1.2 respectivamente por empresa (ver Cuadro 2).
2. *Infraestructura y equipo de I-D.* En seis de las empresas se considera que la infraestructura y equipo con que realizan sus actividades de I-D es adecuado y suficiente; para otras cuatro, que es adecuado y poco suficiente y para las tres restantes, que es poco adecuado e insuficiente (ver Cuadro 2). Para subsanar tales deficiencias, las empresas comúnmente se complementan y apoyan con la infraestructura, equipo de universidades y centros de I-D.
3. *Estructura gerencial.* En este rubro, 10 de las empresas cuentan con una estructura gerencial especializada; las restantes, cuentan con una estructura gerencial de tipo familiar, en la que los propios investigadores y/o emprendedores participan en la toma de decisiones relativas con la operación y rumbo de la empresa, estas corresponden a las empresas más pequeñas.

- Esfuerzo para la innovación

Los indicadores de esta variable resultaron como sigue:

1. *Actividades de I-D.* En todos los casos, se trata de investigación aplicada, desarrollo experimental y desarrollo tecnológico y siempre relacionado con la búsqueda de innovaciones, perfeccionamiento y/o actualización de las mismas o búsqueda de mercados más amplios para su comercialización. Por lo general, en relación a la investigación básica, así como a la realización de actividades que requieren de equipo costoso y/o muy especializado, las empresas recurren a las universidades, centros de investigación u otras empresas. Este tema se amplía en el punto siguiente.
2. *Alianzas y convenios de colaboración.* Respecto a este punto, sólo una empresa reportó no tener convenios o alianzas de colaboración en I-D para sus innovaciones. Las empresas restantes reportaron al menos un convenio y un máximo de nueve, con centros de I-D, universidades y otras empresas; excepto un caso, todos los convenios son formales (ver Cuadro 3). En cuanto a su ámbito geográfico, sobresalen los convenios nacionales; sin embargo, cuatro de las empresas además de éstos, también reportaron convenios internacionales, tres de los cuales corresponde a aquellas que comercializan sus innovaciones en el mercado internacional (ver Cuadros 3 y 4).
3. *Gastos en I-D.* Como porcentaje de sus ventas totales, las empresas reportaron gastos en I-D entre el 0.8 y 30.0% (ver Cuadro 3). Las empresas de menor tamaño (1, 4 y 9) reportaron los mayores gastos (6 al 30% vs 0.8 al 6% de las de mayor tamaño); no obstante, en términos absolutos dado el ingreso de las empresas de menor tamaño, sus gastos en I-D no necesariamente son mayores que el de las empresas de mayor tamaño.

- Resultados de innovación

Los indicadores sobre resultados de innovación son los siguientes:

1. *Innovaciones.* La información requerida a las empresas sobre este punto, se centró en las tres innovaciones de mayor importancia para ellas. A excepción de las empresas 4, 8 y 9, las innovaciones se desarrollaron a partir de conocimientos tradicionales; sin embargo, como productos para el mercado éstos son novedosos por su diferenciación y con frecuencia cubren nichos de mercado. Mientras que las innovaciones de las empresas 4, 8 y 9 se basan en tecnologías genéricas como la informática y la biotecnología; en el caso de la biotecnología, se está incursionando en la elaboración de alimentos biofermentados para la ganadería, así como en la micropropagación vegetal; en el caso de la informática, la innovación se está aplicando en los sectores agricultura, medio ambiente, turismo e investigación de mercados. En efecto, para los tres casos arriba señalados, se trata de innovaciones originadas por el empuje tecnológico y representan productos novedosos en el mercado (ver Cuadro 4). Aquí sobresalen nuevamente las empresas más pequeñas en torno a la incursión en el campo de tecnologías genéricas.

2. *Mercado e ingresos por las innovaciones.* Siete de las empresas comercializan sus innovaciones tanto a nivel nacional como internacional; los mercados internacionales corresponden principalmente a Estados Unidos y Centro América (ver Cuadro 4). En cuanto a la importancia de las innovaciones dentro de los ingresos de la empresa, en el Cuadro 4 se puede apreciar que los ingresos por las innovaciones como proporción de los ingresos totales varían del 1.5 al 100%; esto significa que aquellas empresas para las cuales sus innovaciones representan menos del 100% de sus ventas, obtienen ingresos por otros conceptos como suelen ser la venta de servicios, consultorías y/o comercialización de otros productos.

3. *Dificultades e incentivos durante el proceso innovativo.* Las tres mayores dificultades que enfrentaron las empresas durante el proceso innovador se relacionan en primer lugar con la alta inversión de capital, en segundo con la competencia desleal y en tercero con la competencia excesiva (ver Cuadro 5). En cuanto a los factores que facilitaron el éxito en la innovación se reportaron en primer lugar las relaciones con

proveedores y usuarios, en segundo lugar la categoría y experiencia del empresario innovador y en tercero los recursos asignados a las actividades de I-D (ver Cuadro 6).

Instituciones públicas y privadas de fomento y apoyo a la innovación

El reconocimiento explícito de la "innovación" como factor de competitividad es reciente,²¹ lo que explica también la reciente creación de infraestructura y promoción de la innovación a través organismos públicos y privados; algunos de los más relevantes son:

1. Las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT)²² apoyadas por Conacyt y Nafin, que con una docena de proyectos comienzan a operar en 1989 en Ensenada, B.C.; sin embargo, a excepción de las IEBT de Ensenada, Morelos, Querétaro y Estado de México, el resto siguen en proyecto o a lo sumo operando de manera virtual. Algunas de las IEBT con énfasis en agricultura son los proyectos de Mexicali, B.C. y Chapingo, México.
2. El Centro Nacional de Metrología (Cenam), creado en 1993 con el propósito de establecer los patrones nacionales de medición, asegurar su trazabilidad internacional y ofrecer servicios de calibración con reconocimiento internacional. También se cuenta entre sus objetivos el asesoramiento a la industria y la investigación y desarrollo en procedimientos de calibración de instrumentos. En general, el Cenam opera como un laboratorio de primer nivel para dar servicio a

²¹ Secretaría de Programación y Presupuesto, *Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994*, México, 1994.

²² Edificios e instalaciones que ofrecen (a quienes quieren crear una empresa de base tecnológica y carecen de recursos) un espacio físico y, servicios y apoyos como teléfono, fax, asesoría en la elaboración de proyectos y plan de negocios, consecución de financiamiento, entre otros. El costo del espacio y servicios es moderado; la estancia en la incubadora es de alrededor de tres años, plazo en el cual la empresa llega a su madurez y se gradúa para instalarse por su cuenta.

laboratorios privados de segundo nivel, los cuales prestarán servicio directo a la industria. Actualmente el Cenam cuenta con 50 laboratorios de metrología y tiene planeado contar en el corto plazo con más de 200.

3. Unidad de Transferencia de Tecnología (UTT), organismo privado creado en 1993, tiene por objetivo poner a disposición de la pequeña y mediana empresa los conocimientos y soluciones tecnológicas ya procesadas y asimiladas según las necesidades de estas. Tiene como función realizar actividades de transferencia, adaptación y asimilación de tecnologías desarrolladas en México y el mundo.
4. El Conacyt y Nafin, son dos instituciones públicas promotoras de la innovación operando como avales en la consecución de recursos financieros para la innovación por parte de las empresas.

Estos organismos, aunque son importantes instrumentos de apoyo y fomento para la creación de empresas innovadoras, por ahora resulta prematuro evaluar sus impactos por su reciente creación. No obstante, una de las mayores demandas de apoyo se relacionan con el crédito; sin embargo, aunque existe buena disposición por parte del Fidotec/Conacyt y Nafin, las empresas que lo han solicitado reportan muchas dificultades y obstáculos. Al respecto, señalan los emprendedores que falta cultura tecnológica en las instituciones de crédito, que no existe capital de riesgo por el exceso de garantías que se les solicita y se les da el mismo tratamiento que a cualquier otra empresa.

Las universidades y centros de I-D

También es reciente el énfasis puesto en la vinculación universidad-industria, así como de los centros de I-D con esta última. Sin embargo, en la mayoría de las empresas existen convenios para apoyar la innovación tecnológica. Entre los más comunes se pueden señalar los proyectos de investigación básica y aplicada; formación y capacitación de recursos humanos; apoyo con infraestructura y equipo; servicios de laboratorio; servicios

de consultoría; material genético en el caso de la industria de semillas y evaluación de los productos innovadores entre otros. Otro aspecto importante que vale la pena señalar es la aportación de recursos humanos altamente calificados y experimentados de las universidades y centros de I-D a las empresas. En efecto, se encontró en más de la mitad de las empresas personal altamente calificado proveniente de estas instituciones.

Conclusiones

Algunas conclusiones que pueden derivarse de este avance de investigación son las siguientes:

1. De acuerdo a los criterios aquí expuestos y a los avances del presente estudio, se puede apreciar que el fenómeno de la innovación en México, en particular para el sector agricultura y alimentos es reciente. A pesar de que se reportaron empresas de cierta antigüedad (1939 y 1965), es hasta mediados de los ochenta que comienzan a incorporar la actividad de I-D en sus esquemas.
2. Las primeras innovaciones surgen a partir de 1986 con emprendedores del tipo *spin-off* y comienzan a generalizarse a partir de 1991 tanto en las empresas de mayor antigüedad, que han comenzado a reclutar investigadores de experiencia provenientes de alguna universidad o centro de investigación, como en las de reciente creación que surgen prácticamente con personal de alto nivel académico.
3. Como en la mayoría de los casos las empresas innovadoras son ajenas a las incubadoras de empresas, podría estimarse que se crearon sin los recientes apoyos que brindan estas instancias; sin embargo, aquellas empresas que han tenido la necesidad de recurrir al apoyo financiero para el desarrollo y/o comercialización de las innovaciones han encontrado serios obstáculos. Este hecho deberá considerarse como una retroalimentación encaminada a fortalecer y flexibilizar estos mecanismos de apoyo tan importantes para el crecimiento de las empresas de reciente creación o en gestación como las que actualmente se encuentra en las incubadoras.

Un comentario final es para señalar que resulta claro que no existe un sistema nacional de innovación en nuestro país, según los criterios expuestos en la literatura. Sin embargo, es claro también que se está haciendo un esfuerzo importante para llegar a ello. En gran medida, las observaciones emitidas a México por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) relativos a ciencia y tecnología van en ese sentido. No obstante, los esfuerzos que ha hecho el Estado en materia de promoción y apoyo para la innovación tecnológica en el país son aún insuficientes para aspirar en el mediano plazo, a una empresa tecnológicamente competitiva. Por otra parte, los conflictos políticos y sociales que siempre ha vivido el país retrasan los avances en esta materia, sobre todo, por la articulación de los diferentes agentes económicos, políticos, sociales, que requieren articularse para llegar a un sistema nacional de innovación y promoción tecnológica.

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EMPRESAS INNOVADORAS EN MÉXICO: AGRICULTURA

Características	Empresas						
	1	2	3	4	5	6	7
Origen	Externo	Externo	Externo	Externo	Externo	Externo	Externo
Giro	Semillas	Semillas	Semillas	SIG ¹	Químicos	Químicos	Químicos
Fundación	1980	1984	1939	1982	1988	1945	1978
Plantas	1	1	2	1	2	22	1
Corporada	No	No	No	No	Sí	No	No
Capital	México	México	México	México	México	México	México
Actividad I-D	1994	1984	1989	1985	1994	1993	1990
Personal	5	13	57	4	10		29
Profesional	2	1	3	1	20		17
Administrativo	1	1	30	3	0		4
Técnicos	5	2	40	2	10		85
Obrero calificado	2	0	20	0	40		0
Obrero no calificado							
Total	15	17	150	10	80		135

Característica	Empresas												
	8	9	10	11	12	13							
Origen	IEBT	UNAM	Externo	Externo	Externo	Externo							
Giro	MPvg ²	Alimentos	Alimentos	Pigm ³	Alimentos	Semillas							
Fundación	1993	1983	1950	1966	1965	1926							
Plantas	1	1	24	3	1	1							
Corporada	No	No	Sí	No	Sí	No							
Capital	México	México	México	México	EU	EU							
Actividad I-D	1994	1985	1970	1986	1989	1981							
Personal													
Profesional	4	2			15								
Administrativo	0	1			19								
Técnicos	0	1			35								
Obrero calificado	0	2			238								
Obrero no calificado	0	5			0								
Total	4	11		45	307	150							

* * *

¹ Sistema de Información Geográfica
FUENTE: Investigación propia.

² Micropropagación vegetal

³ Pigmentación

⁴ Se trata de personal eventual

CUADRO 2
INDICADORES Y CARACTERÍSTICAS DE CAPACIDAD DE INNOVACIÓN EN EMPRESAS INNOVADORAS EN MÉXICO: AGRICULTURA

Capacidad	Empresas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Núm. y grado académico-investigación														Media
Técnico:	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
Licenciatura:	2	1	4	1	4	5	9	1	0	0	2	1	3	2.54
Maestría:	0	1	1	2	0	0	4	1	1	6	5	1	2	1.85
Especialidad:	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.08
Doctorado:	0	0	1	1	0	1	0	1	0	6	3	0	3	1.23
Total:	2	3	6	4	4	6	13	4	1	12	10	2	8	5.77
Infraestructura y equipo														Frecuencia
Adecuado y suficiente			X	X		X	X			X	X	X	X	6
Adecuado y poco suficiente		X						X						4
Poco adecuado e insuficiente	X				X				X					3
Estructura gerencial														Frecuencia
Familiar:				X					X					3
Especializada:	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	10

* * *

FUENTE: Investigación propia.

CUADRO 3
INDICADORES Y CARACTERÍSTICAS DEL ESFUERZO INNOVADOR EN EMPRESAS
INNOVADORAS EN MÉXICO. AGRICULTURA

	Empresas													Frecuencia 12 1	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
<i>Esfuerzo</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Frecuencia 14 3
TIPO DE I-D Formal: Informal:	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14 3
ALIANZA/CONVENIOS															14 4
Universidad:	1	1	1	0	0	4	4	0	1	1	0	1	0	0	2
Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4
Internacional															
Centros I-D:	1	1	1	0	1	2	0	3	2	0	1	2	0	0	2
Nacional	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
Internacional															
Empresas:	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Nacional	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
Internacional	3	3	3	0	2	6	4	3	3	1	1	9	3	3	41
Total:															
GASTOS EN I-D (%/VENTAS)	6.0	5.0	1.8	30.0	5.0	1.0	2.0	-	10.0	-	0.8	1.0	6.0	6.23	Media 6.23

* * *

FUENTE: Investigación propia.

CUADRO 4
INDICADORES DE RESULTADOS EN INNOVACION EN EMPRESAS INNOVADORAS EN MÉXICO. AGRICULTURA

Empresa	Innovaciones	Resultados										
		Número de patente	Mercado (país)	% Ventas por innovación ¹	Origen innovación	Introducción al mercado						
1	Hibridación del maíz con variación de pasto	2*	Nacional	-	A.M.	1995						
2	Hibridación del maíz / sembrado de precisión	1	Nacional	16.6	A.M.	1990/1993						
3	Variación alfalfa / maíz	1	Nal/Int (EU)	1.5	A.M.	1991/1993						
4	Software (cartografía)	1	Nal/Int (CA)	30.0	E.T.	1988						
5	Fertilizantes foliares	15	Nacional	13.0	A.M.	1993						
6	Proceso químico con sistemas de experimentación	12	Nal/Int (EU)	N.D.	A.M.	1989/1994						
7	Insumos orgánicos	35	Nal/Int (EU)	N.D.	A.M.	1994						
8	Micropropagación vegetal	0	Nacional	-	A.M./E.T.	1994						
9	Alimentos / biofermentación ganado	1	Nacional	100.0	E.T.	1985						
10	Nixtamal / harinas / maquinación	40	Nal./Mund.	100.0	A.M.	1960/1980						
11	Lutexan polvo / líquido	2	Nal./Int.	100.0	A.M.	1976/1990						
12	Varietades hortalizas	2	Nacional	N.D.	A.M.	1990/1994						
13	Híbridos maíz / sorgo	N.D.	Nal./Int. ²	63.0	A.M.	1988/1991						

* En trámite

¹ A.M. = Atracción de mercado; E.T. = Empuje tecnológico.

² Egipto, Centro y Sudamérica.

FUENTE: Investigación propia.

* * *

PRINCIPALES DIFICULTADES QUE ENFRENTARON LAS EMPRESAS INNOVADORAS DURANTE EL PROCESO INNOVADOR: AGRICULTURA

Dificultad	Empresas / grado de dificultad ¹													Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Alta inversión	2	4	3	0	5	2	5	5	3	5	3	1	1	3.0
Conocimiento de tecnología	0	1	0	0	3	4	4	0	0	5	5	4	0	2.0
Conocimiento del mercado	3	1	3	2	1	0	2	3	4	1	3	2	2	2.1
Competencia excesiva	5	1	0	4	3	4	2	0	0	5	5	0	3	2.5
Competencia desleal	5	0	0	0	5	0	5	0	5	5	5	0	4	2.6
Calificación personal	1	2	0	0	5	4	3	0	0	3	3	4	0	1.9
Apoyo financiero	0	5	0	0	5	0	2	5	0	4	3	0	0	1.8
Marco legal	0	0	0	0	1	0	2	0	0	2	2	0	3	0.8

¹ Escala de 0 a 5 donde

0 = No hay dificultad

1 = Muy baja

2 = Baja

3 = Media

4 = Alta

5 = Muy alta

FUENTE: Investigación propia.

* * *

FACTORES IMPORTANTES PARA ALCANZAR EL ÉXITO INNOVADOR EN EMPRESAS INNOVADORAS EN MÉXICO: AGRICULTURA

Factores de éxito	Empresas / Calificación ¹													Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Relaciones con proveedores y usuarios	5	3	4	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	4.5
Articulación producción / ventas con cambio tecnológico	4	3	1	4	4	3	5	3	5	5	4	3	5	3.8
Recursos asignados a actividades de I-D	4	4	4	5	2	5	4	5	5	5	3	4	5	4.2
Categoría y experiencia del innovador empresario	5	4	5	5	3	4	4	5	5	5	2	4	5	4.3
Vínculos con redes externas y universidades	5	4	4	5	0	5	3	5	5	2	5	5	3	3.9

¹ Escala 0 a 5:

0 = Sin importancia

1 = Muy baja

2 = Baja

3 = Media

4 = Alta

5 = Muy alta

FUENTE: Investigación propia.

* * *