

Rosa Luz González Aguirre

La biotecnología agrícola en México

Efectos de la propiedad intelectual
y la bioseguridad



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Campus Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana, México

LA BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN MÉXICO
EFFECTOS DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL Y LA BIOSEGURIDAD

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Luis Mier y Terán Casanueva
Rector general

Ricardo Solís Rosales
Secretario general

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-XOCHIMILCO

Norberto Manjarrez Álvarez
Rector

Cuahtémoc V. Pérez Llanas
Secretario

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Arturo Anguiano Orozco
Director

Iris Santacruz Fabila
Secretaria académica

COMITÉ EDITORIAL

Gisela Espinosa Damián
Gerardo Ávalos Tenorio / Arturo Gálvez Medrano
Miguel Ángel Hinojosa Carranza / Salvador García de León Campero C.
Maricela Adriana Soto Martínez / Rosalía Winocur Iparraguirre

LA BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN MÉXICO
EFECTOS DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL Y LA BIOSEGURIDAD

Rosa Luz González Aguirre



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias Sociales y Humanidades

Diseño de cubierta:
Miguel Carranza Trejo

Edición:
Salomón Cuenca Sánchez
Francisco Ornelas Picón

Primera edición: noviembre de 2004

D.R. © 2004, Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100
Colonia Villa Quietud, Coyoacán
C.P. 04960, México DF.

ISBN de la colección: 970-654-453-4
ISBN: 970-31-0223-9

Impreso y hecho en México / *Printed and made in Mexico*

Índice

Prólogo	13
Introducción	15
I. Aspectos conceptuales	31
Ciencia, tecnología y sociedad	32
Los ensambles sociotécnicos	44
Dinámica de la agrobiotecnología	80
II. Propiedad intelectual y bioseguridad a escala internacional	111
Primera etapa: expansión de los beneficios netos	116
Segunda etapa: los cuestionamientos	133
Tercera etapa: ¿expansión de los costos netos?	150
III. Propiedad intelectual, bioseguridad y biotecnología en México	155
Primera etapa	157
Segunda etapa	173
Tercera etapa	194
IV. Biotecnología agrícola: dos estudios de caso	207
La papa resistente a virus PVX y PVY	209
Primera etapa	230
Segunda etapa	244
Tercera etapa	261
Escenario del proyecto	274
Comprobación de hipótesis	277
V. El algodón resistente al ataque de insectos	283
Producción de algodón en el país	287
Antecedentes del algodón resistente a insectos	294
La red del algodón resistente a insectos	298
Etapas del proyecto	302

VI. Conclusiones	375
Sobre el marco de análisis y las herramientas utilizadas	377
Conclusiones acerca de las hipótesis	384
Conclusiones sobre los casos	393
Bibliografía y fuentes de información	399
Abreviaturas	423

*A Rodolfo, mi esposo, quien es mi inspiración
y mi vida, su apoyo fue fundamental durante
todo el trabajo cuya culminación es este libro.
A mi madre, con amor y admiración.*

Agradecimientos especiales

Un libro, y más como el presente –resultado de una investigación doctoral–, debe su culminación al apoyo de muchas personas, familiares y amigos, principalmente; así como a diversas instituciones. A unos y otras, mi mayor agradecimiento.

Quiero agradecer de manera especial a dos personas y a algunas instituciones el apoyo para culminar este esfuerzo: a la doctora Michelle Chauvet, quien dirigió mi trabajo de investigación con mucho entusiasmo y dedicación, buscando siempre “despertar mi imaginación sociológica”, pero sin desechar mi formación técnica previa; desde el principio canalizó múltiples apoyos para la realización de mi trabajo de campo y para que pudiera exponer mis avances en foros especializados, nacionales e internacionales. Además, dedicó muchas tardes a llenar lagunas en mi formación en ciencias sociales, reencauzándome con firmeza cada vez que quería regresar a terrenos más técnicos, a ella mi enorme admiración, aprecio y gratitud por esta labor y mi mayor reconocimiento a su destacada trayectoria académica.

A la licenciada María Elba González, mi hermana, quien apoyó mi trabajo de múltiples maneras desde que inicié la aventura del doctorado, revisando y dando forma a mis ensayos finales, en la obtención de información, en el manejo de los *softwares* especializados, animándome y acompañándome a tomar los cursos y talleres complementarios. Elba ha sido también un gran apoyo en la discusión de los modelos utilizados en el libro,

así como en el trabajo de edición y revisión del mismo, en estricto sentido, debería ser coautora, a ella todo mi cariño y agradecimiento.

Al Doctorado en Ciencias Sociales y su especialidad en Desarrollo Rural de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, y al Grupo Sociedad y Biotecnología de la UAM-Azcapotzalco por su apoyo durante toda la investigación que hizo posible este libro. Al Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por haber apoyado mi trabajo en la elaboración de la tesis y al Laboratorio de Redes del Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la UNAM por su generoso apoyo y asesoría en Análisis de Redes Sociales. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo otorgado a esta investigación. Al Comité Editorial Breviarios de la Investigación de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAM-Xochimilco, por haber abierto el *Concurso para la publicación de las dos mejores tesis de posgrado*, cuyo premio fue la publicación de este libro, así como al personal de la Sección de Publicaciones de la DSCH por los cuidados de la edición.

Prólogo

El interés por el estudio de las repercusiones, en el ámbito de la vida cotidiana, de la ciencia y la tecnología ha crecido ante la necesidad de conocer cuáles pueden ser sus aportes o sus límites. Más aún si se trata de orientar políticas como la referente a bioseguridad, en un contexto donde prevalecen los intereses comerciales de las grandes empresas biotecnológicas.

En efecto, la tecnología no es neutra, va a favorecer en primera instancia a quienes la poseen y promueven, sin embargo, los actores sociales bien informados tienen el derecho de decidir libremente qué tecnología adoptar y cuál no, especialmente si los desarrollos tecnológicos que se proponen son en su nombre. En particular, las aplicaciones de la ingeniería genética se inscriben en el terreno de la ética por los posibles efectos irreversibles que puedan causarse al interactuar con sistemas vivos. Se abren nuevos conflictos y dilemas morales a raíz del uso de la biotecnología, que es preciso conocer y resolver. El presente libro proporciona pistas en ese sentido.

La aplicación de la biotecnología moderna a los problemas de salud tiene mayor aceptación que aquella relativa a la producción de alimentos o cuando tiene que ver con la liberación de organismos genéticamente modificados al ambiente. En estos campos, la incertidumbre surge en torno al beneficio respecto del riesgo que se corre. En este libro se analizan los efectos de la ingeniería genética en la agricultura y el ambiente con el

enfoque correcto de ser abordadas por producto y región, es decir, caso por caso.

El aporte que hace esta investigación es el de superar las generalizaciones en cuanto a los impactos de la biotecnología moderna al analizar dos casos relativos a la agricultura en México: los cultivos de la papa y el algodón. Al ser estudiados los impactos de la aplicación de la ingeniería genética a cada uno y en distintas regiones, se pasa del terreno especulativo de los posibles efectos, al conocimiento de sus alcances reales. Para cada cultivo que se analiza se ilustra de manera fundamentada la complejidad de la bioseguridad. Una preocupación central de la autora es demostrar cuáles son los impedimentos para que los avances tecnológicos rebasen los límites de los intereses particulares y puedan llegar a un beneficio social más amplio.

El análisis de redes sociales es la metodología que le permite visualizar a los actores sociales que intervienen en el proceso de aplicación de una tecnología, en el sector productivo. De este ejercicio se pueden tomar enseñanzas para la toma de decisiones.

Asimismo, la autora da cuenta de la debilidad de las instituciones nacionales para el desarrollo científico endógeno, frente a los avances de la biotecnología en los países industrializados y las limitaciones para el acceso de estas tecnologías a productores medios y pequeños.

Sin duda, este libro será de utilidad tanto para quien inicia su conocimiento sobre los impactos sociales de la biotecnología agrícola, como para quien ya ha incursionado en estos temas, brindándole una perspectiva novedosa.

Michelle Chauvet

Introducción

A partir de los años setenta, lo que hoy conocemos como biotecnología moderna¹ generó grandes expectativas a escala mundial, tanto por sus posibles efectos en la economía, el medio ambiente y la sociedad, como por la manera en que este campo del conocimiento podría afectar el quehacer de los científicos, tecnólogos, empresarios, productores, consumidores y funcionarios involucrados en su desarrollo y utilización. Desde entonces, la biotecnología ha tenido un desarrollo muy dinámico, aunque desigual, en los diferentes sectores que la han utilizado para generar conocimiento e innovaciones.²

En el caso de aplicaciones relacionadas con la agricultura y la agroindustria, las expectativas datan de principios de los ochenta, cuando se modificó por vez primera una planta mediante el uso de técnicas de ingeniería genética. La atención se centró entonces en las posibilidades que ofrecía la agrobiotecnología³

¹ La biotecnología moderna descansa en un conjunto de metodologías de desarrollo reciente que permiten manipular el material genético: extraerlo o introducirlo, cortarlo, pegarlo, leerlo, sintetizarlo o amplificarlo (López-Munguía, 2000:15).

² Las aplicaciones de la biotecnología moderna han tenido un desarrollo más acelerado y con menos cuestionamientos en sectores como el de salud y el de la industria alimentaria.

³ El término engloba a aquellas tecnologías aplicables a la investigación y desarrollo y a la producción en el área agropecuaria, forestal, pesquera y agroindustrial, basadas en la biología celular y molecular modernas (Jaffé, 1991:9).

para la revitalización de sectores primarios, a partir del desarrollo de productos con nuevas propiedades nutricionales, sin riesgos para los consumidores, con capacidad de contribuir de manera decidida al abastecimiento de alimentos a escala mundial y de disminuir los efectos ambientales negativos de la producción agrícola (Fraley, 1994:3-28; Lee, 1995:51-71). Desde la segunda mitad de los noventa, sin embargo, las promesas de esta tecnología se han visto confrontadas con visiones críticas de los impactos que su utilización ampliada puede ocasionar (Hilleman, 1995:8-17; Shiva, 2000:95-116; Uzogara, 2000:179-206).

La polémica resulta, en gran medida, de las reacciones frente a la manera en que se desarrolla y utiliza la agrobiotecnología en el mundo. En efecto, desde los ochenta y noventa, a escala internacional, ha habido una gran proliferación de interacciones de las empresas biotecnológicas —especialmente del área farmacéutica— con diversos grupos y empresas de sectores de ciencia y tecnología, una gran cantidad de fusiones y asociaciones con otros sectores de la industria y con empresas de servicios. Este fenómeno puede ser visualizado como la conformación de grandes redes donde circulan conocimiento, derechos de propiedad intelectual, dinero, bienes y servicios (Joly, 1999a:1-9).

La biotecnología agrícola, aunque inmersa en esta dinámica, ha sufrido un proceso de concentración más rápido e intenso que los experimentados por otras ramas de esta disciplina, al desplazar significativamente el *locus* de la innovación a la empresa.⁴ Ésta,

⁴ La biotecnología moderna, basada en la manipulación *in vitro* del material genético, se generó en equipos de investigación universitarios; las aplicaciones relacionadas con la salud fueron las primeras que buscaron convertirse en realidades industriales. En esta etapa, segunda mitad de los setenta, proliferó la creación de pequeñas empresas de base tecnológica —especialmente en Estados Unidos— con la participación de investigadores universitarios que intentaban avanzar en la innovación de bienes y servicios para la salud. Los elevados costos, complejas regulaciones y largos tiempos que requieren estas innovaciones dieron como resultado que algunas de las empresas de base tecnológica, especialmente las más exitosas, fueran absorbidas por grandes empresas farmacéuticas. Este proceso de concentrar las actividades de innovación en grandes empresas fue más rápido y

por su parte, se ha convertido en el actor central de la red donde se desarrollan y usan y, al formar grandes complejos agrobiotecnológicos, ha contribuido, entre otras cosas, a acelerar la reestructuración de la industria semillera a escala mundial (Kalaitzandonakes y Bjorson, 1997:129-139; Shimoda, 1997:29-30).

Este proceso de concentración y formación de redes en esta área está impulsado por diferentes aspectos, entre los que destacan:

- La complejidad científica y tecnológica⁵ asociada al desarrollo de una planta transgénica que hace necesaria la interacción de empresas tecnológicas, centros de investigación y desarrollo y empresas en diferentes modalidades.
- La posibilidad de apropiación legal de las innovaciones, que obliga a las empresas a negociar para poder utilizar el conocimiento protegido en poder de otras empresas o universidades y a los gobiernos al establecimiento de nuevos marcos legales e institucionales.
- Una débil apropiación *de facto* que impulsa a las empresas agrobiotecnológicas a integrar a las compañías semilleras en su quehacer.⁶
- Una comercialización retrasada de acuerdo con la programación inicial, que provoca problemas financieros en las empre-

directo en aplicaciones biotecnológicas relacionadas con la agricultura y la agroindustria, las cuales han sido absorbidas por las mayores multinacionales de agroquímicos y productos farmacéuticos.

⁵ Según Kash y Rycroft, las tecnologías complejas no pueden ser entendidas en completo detalle y de manera suficiente por un individuo experto de tal suerte de ser capaz de comunicar los detalles a lo largo del tiempo y el espacio (2000:819).

⁶ Aunque las innovaciones agrobiotecnológicas puedan ser patentadas o protegidas por derechos de obtentores vegetales, una parte importante de la tecnología está incorporada en la semilla, la cual es susceptible de reproducirse por sí misma. En consecuencia, las empresas propietarias de la tecnología tienen que instrumentar sistemas de control y vigilancia para impedir que las nuevas semillas se resiembrén sin pagar derechos. En la instrumentación de estos controles desempeñan un papel muy importante las empresas semilleras, de ahí el interés de las empresas agrobiotecnológicas por integrarlas en su quehacer.

sas tecnológicas⁷ y hace muy difícil que sigan adelante por sí mismas.

En lo que a este último aspecto se refiere, los retrasos en la comercialización se han visto agudizados recientemente por los rechazos que han sufrido las innovaciones de la biotecnología agrícola⁸ a diferentes niveles, especialmente en países de más desarrollo,⁹ por los posibles riesgos que su utilización puede representar (Zechendorf, 1998:8-13).

Los temores de la población ante los posibles riesgos de las plantas transgénicas han incidido directamente sobre uno de los mecanismos de coordinación más importantes del proceso de desarrollo y uso de cualquier innovación: el mercado. Se trata de un mercado apenas en formación donde la percepción pública negativa ha permeado, a su vez, hasta los consejos de administración de las empresas, provocando replanteamientos y retrocesos en las estrategias de los usuarios potenciales de dichas innovaciones: empresas alimentarias, supermercados, así como entre productores y consumidores y, como resultado, en las propias empresas agrobiotecnológicas (Thayer, 2000:1-14).

En consecuencia, la proliferación de redes en torno a la biotecnología no sólo se presenta en las actividades de Investigación y Desarrollo (I&D); la complejidad a lo largo de todo el

⁷ Desde la segunda mitad de los setenta, muchas de las empresas tecnológicas con participación de científicos universitarios han tenido un papel importante en la generación de innovaciones biotecnológicas (especialmente en Estados Unidos). Para este tipo de empresas sus ingresos provienen de la venta de innovaciones en diferentes grados de avance. Si el conocimiento generado por estas empresas requiriese de mayor número de regulaciones, sus ingresos se afectarían.

⁸ El término se refiere a las aplicaciones de la biotecnología moderna relacionadas con la agricultura y la agroindustria.

⁹ Se eligió el término países de más desarrollo (o mayor desarrollo) en lugar de países desarrollados, países del centro o del primer mundo para denominar a aquellos países con niveles altos de desarrollo económico, pero se reconoce que estas últimas denominaciones en realidad son conceptos que corresponden a una visión del desarrollo, cuyo tratamiento rebasa esta investigación.

proceso de desarrollo y uso de esta tecnología, aunada a las posibilidades de apropiación legal de estas innovaciones –mediante derechos de propiedad intelectual (DPI)–, así como los aspectos relacionados con el conjunto de leyes, regulaciones, políticas, metodologías y procedimientos para el uso seguro de organismos modificados genéticamente por las nuevas técnicas de la ingeniería genética –mejor conocida como bioseguridad– han favorecido también la formación de redes: la inclusión de más actores y más interacciones, especialmente en actividades de promoción y regulación de la biotecnología.

En consecuencia, estas actividades han dejado de ser exclusivas de gobiernos, asociaciones empresariales y profesionales; especialmente la regulación se ha convertido en una actividad donde sectores más amplios de la sociedad están abriendo espacios de participación y provocando muchos cuestionamientos y movilizaciones de nuevos actores en sociedades más desarrolladas. Sus logros con el control de esta tecnología ponen de manifiesto que es posible redefinir diferentes aspectos en función de la vida humana y el ambiente, y cuestionan el papel de los gobiernos en el establecimiento de regulaciones que garanticen beneficios públicos que rebasen el marco de la industria biotecnológica (González, 2000:62-65).

En el caso de países de menos desarrollo,¹⁰ las preocupaciones se centran en:

- Los efectos que esta tecnología puede tener en la producción agrícola a pequeña escala y las dificultades de los productores de menos recursos para tener acceso a la misma.
- El riesgo que representa para la biodiversidad y la práctica agrícola la utilización ampliada y la complejidad regulatoria que implica su uso seguro.

¹⁰ Al igual que en la nota anterior, se eligió este término para denominar a países con menores niveles de desarrollo económico, en lugar de países subdesarrollados, periféricos, dependientes o en vías de desarrollo, pero se reconoce que estos últimos términos son conceptos que llevan asociada una visión del desarrollo, cuyo tratamiento no es motivo de esta investigación.

- La gran centralización que está ocurriendo en el mundo en la producción de alimentos, la importancia de las empresas en este proceso y los criterios utilizados para el desarrollo de sus innovaciones.
- Las posibilidades de apropiación.
- La importancia de la biodiversidad para la agrobiotecnología.
- La manera de compartir los beneficios de su utilización con quienes la poseen y en su quehacer la han conservado (en su gran mayoría comunidades de países de menos desarrollo).

Gran parte de estas preocupaciones guardan relación con el acceso a la tecnología de los actores que la desarrollan o utilizan y con los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad, estrechamente relacionados con la promoción y regulación, es decir, con su control y con la posibilidad de guiar su desarrollo hacia objetivos de beneficio social más amplio¹¹ y de influir en el acceso que a esta tecnología puedan tener los diferentes actores que participan en el proceso de cambio tecnológico.¹²

En este trabajo analizamos los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola de los diferentes actores que participan en el proceso de su desarrollo y uso en México. Partimos del reconocimiento de que en una tecnología compleja las innovaciones y su difusión son el resulta-

¹¹ La manera en que se dio el desarrollo de las primeras innovaciones agrobiotecnológicas –al estar concentrado en manos de una cuantas multinacionales– empezó a generar beneficios económicos a dichas empresas, así como a los productores agrícolas de países de mayor desarrollo económico que eran el segmento del mercado buscado por las multinacionales. De ahí la importancia de que estas innovaciones puedan generar beneficios sociales más amplios, que rebasen el marco de la industria biotecnológica, de las asociaciones científicas y técnicas vinculadas y de los productores de países de más desarrollo en el corto y mediano plazos.

¹² La democracia en el desarrollo (y uso) de la agrobiotecnología está asociada no sólo con el acceso a la misma a lo largo de todo el proceso por los actores interesados en ello; tiene que ver también con nociones de participación directa en la toma de decisiones en diferentes etapas de la tecnología, así como con nociones de participación democrática indirecta enlazadas a instituciones tales como el poder legislativo (Berg, 1998:479).

do de la interacción de actores que reciben conocimiento, lo procesan y, a su vez, lo envían a otros actores en la red; en un proceso de esta naturaleza no sólo es crucial la generación de conocimiento, sino también su accesibilidad, es decir, su distribución y utilización (Edquist, 1997:16).

En este sentido, y para propósitos de esta investigación, el acceso a la tecnología de cada uno de los actores involucrados en el proceso es lo que articula la red y es su esencia. Así, para que una tecnología se desarrolle y utilice en forma ampliada debe estar disponible para el actor que la va a procesar (distribución), pero éste, a su vez, debe tener capacidad para procesarla (capacidad de utilización) a fin de poder distribuirla a los siguientes actores que van a continuar con el proceso.

En México los primeros productos agrobiotecnológicos empezaron a difundirse en las zonas agrícolas más desarrolladas del país y ponen de manifiesto, entre otras cosas:

- Los condicionamientos a los productores en materia de propiedad intelectual y bioseguridad que afectan su acceso a esta tecnología (González *et al.*, 1999:181-201).
- Que existen limitaciones para manejar una tecnología de gran complejidad regulatoria (Gálvez *et al.*, 1999:65-74).
- Que es escasa la capacidad institucional para evaluar sus riesgos y beneficios y para detectar y mitigar oportunamente las posibles consecuencias derivadas de su utilización (Gálvez y González, 1998:81-90).
- Que hay dificultades para generar y utilizar agrobiotecnologías que respondan a problemas de productores de menos recursos (González y Chauvet, 1997:79-90; Massieu *et al.*, 2000:6-10).
- Que los investigadores enfrentan restricciones en materia de propiedad intelectual cuando tratan de desarrollar tecnologías aplicadas (Qaim, 1998:20-28; Solleiro, 1997:574; Spillane, 1999:35-49).
- El escaso valor de cambio que tienen la diversidad biológica nacional y el conocimiento tradicional asociado, que se utili-

zan como punto de partida en la generación de innovaciones por grandes complejos biotecnológicos en el mundo, y la contratendencia a las actuales prácticas de apropiación privada de la propiedad intelectual –a los países de menos desarrollo debe permitírseles tener derechos sobre lo que ellos han creado y acceso a las herramientas que hacen posible la innovación biotecnológica–, promueve cambios en las reglas que gobiernan los DPI y el conocimiento tradicional (González, 2001:216; Shiva, 2000:5-20).

En correspondencia, surge la interrogante de si tales efectos y limitaciones podrán movilizar actores de escala local o nacional que tengan capacidad de influir en la dirección de esta tecnología en función de consideraciones importantes para la salud, el ambiente, la protección y el reconocimiento de un adecuado valor de cambio de los recursos genéticos, bioquímicos y del saber tradicional que contribuyan a generar innovaciones que respondan a la problemática de los productores de menos recursos. De ahí el interés de analizar:

- ¿Qué actores ven más afectado su acceso a la agrobiotecnología por los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad?
- ¿Qué actores tienen capacidad de influir en el acceso a esta tecnología mediante los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el contexto actual en el país?
- ¿Es posible, por medio de tales aspectos, ampliar la base de participación social de actores interesados en guiar el desarrollo de la agrobiotecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio?

Aun cuando algunos estudios han advertido sobre la manera en que propiedad intelectual y bioseguridad pueden condicionar el acceso a estas tecnologías –especialmente en países de menos desarrollo–, es importante destacar que ambos aspectos también tienen influencia en el acceso de los diferentes actores que partici-

pan a lo largo de la red de desarrollo y uso; esa influencia amerita ser analizada y es, de hecho, uno de los objetivos de esta investigación.

Lo anterior cobra mayor relevancia si se considera que para países de menos desarrollo una posibilidad de tener acceso a innovaciones adecuadas a las necesidades de sus productores de menos recursos, podría darse vía lo que desarrollen algunos de sus centros de investigación públicos, y los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad pueden limitar sensiblemente las investigaciones de tipo aplicado que se realizan en estos centros (Spillane, 1999:35-49).

Por otro lado, conforme los productos empiezan a utilizarse de manera ampliada, se ha visto que sus efectos pueden variar dependiendo de múltiples aspectos; tan sólo el grado de riesgo de un organismo genéticamente modificado (OGM) depende de la construcción genética insertada, de la biología del organismo receptor, de las condiciones ecológicas del sitio específico donde se pretenda introducir, así como de las capacidades de manejo y mitigación de riesgos de quienes lo van a utilizar o regular, además de que varían en el tiempo (Álvarez, 1999:51-54). Lo que apunta a la conveniencia de estudiar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad caso por caso, por tipo de producto y por región (Casas y Chauvet, 1994; Chauvet, 1999:1-5).

Desde mediados de los ochenta algunas instituciones gubernamentales en el país han enfrentado presiones bilaterales y multilaterales, y han sido objeto del cabildeo de grandes grupos que buscan modificar y adecuar marcos regulatorios de bioseguridad y propiedad intelectual, cuyo propósito es crear un mercado para sus productos y servicios pero sin asumir mayor responsabilidad respecto de sus impactos, como un reflejo del predominio de criterios mercantiles de corto plazo.

Las presiones y cabildeos se han centrado en uno de los componentes del acceso: la disponibilidad de la tecnología; pero no se ha puesto atención al otro componente, la capacidad de procesamiento del actor. Éste guarda una estrecha relación no sólo con la posibilidad de extender la aplicación de la agrobiotecnología a productores de menos recursos, sino también con la de utilizar

esta tecnología de manera segura y preservar su valor de uso a corto, mediano y largo plazos. Propiedad intelectual y bioseguridad afectan la capacidad de procesamiento de diferentes actores, ya que su manejo necesita recursos y organización más complejos. Por lo anterior, en nuestra investigación se plantea como primer objetivo:

- Analizar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la agrobiotecnología que tienen los actores que participan en su desarrollo y utilización en México.

Propiedad intelectual y bioseguridad guardan una estrecha relación con actividades de promoción y regulación de la biotecnología y en consecuencia con el acceso a la misma. De ahí que tanto propiedad intelectual como bioseguridad hayan atraído el interés de diferentes actores para controlar el desarrollo y uso de la agrobiotecnología. La investigación tiene como segundo objetivo:

- Identificar a los actores con capacidad de influir en el acceso a partir de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el contexto actual en el país.

En el modelo de desarrollo que se sigue en México, el marco regulatorio y las actitudes y prácticas institucionales en materia de propiedad intelectual y bioseguridad, con muy pocas excepciones, responden a las expectativas de los grupos empresariales que comandan la biotecnología en el mundo, como un reflejo de la debilidad de las instituciones encargadas de los procesos de regulación en el país. En general, no es típico que los gobiernos tiendan a tomar medidas que se opongan a actores importantes a lo largo del desarrollo y uso de una tecnología, y México no ha sido la excepción, sólo lo hacen si sienten que la magnitud del problema que enfrentan no les deja elección. En este sentido, guiar el cambio tecnológico hacia objetivos de beneficio social más amplio requiere de ajustes al actual modelo de desarrollo. De ahí que en la investigación propuesta se tenga como tercer objetivo:

- Construir los escenarios en materia de propiedad intelectual y bioseguridad que mejoren tanto el acceso a la agrobiotecnología de los diferentes actores interesados en su desarrollo y uso como sus posibilidades para guiarla hacia objetivos de beneficio social más amplio.

El acceso a la agrobiotecnología no se plantea aquí para un grupo particular de actores, sino para quienes participan en su desarrollo y utilización en México, a saber: investigadores, empresarios, productores agrícolas, procesadores, consumidores, así como otros actores que toman parte en actividades de promoción y control, tales como los funcionarios gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (ONG). Pero no sólo tiene que ver con los actores que realizan las actividades para el desarrollo y uso de esta tecnología, sino con los factores que los guían en su actuación y con la dinámica de este proceso.

Por otra parte, la identificación de actores con capacidad de influir en el acceso guarda una estrecha relación con los aspectos políticos y sociales del cambio tecnológico, con su promoción y regulación; finalmente, la posibilidad de mejorar su influencia implica ir más allá de la estimación de impactos *ex post* y, tras reconocer la heterogeneidad del proceso de cambio tecnológico, detectar en forma paralela sus propios márgenes de actuación. Ésta es una tarea muy compleja en la que los enfoques de redes pueden ser una herramienta que aporte evidencia sobre la manera en que la acción humana afecta y es afectada por las relaciones sociales en las que los actores se encuentran inmersos. La presente investigación constituye una pequeña parte de esa evidencia.

Propiedad intelectual como bioseguridad incrementan la complejidad institucional que requiere el desarrollo y uso de la agrobiotecnología. Ésta se refiere tanto al número de instituciones involucradas en su manejo, como al perfil de recursos y la organización necesarios, y constituye una barrera para que tengan acceso a la agrobiotecnología los actores interesados. Enseñada planteamos nuestras hipótesis de trabajo.

1. Si en el país no se refuerzan de manera conjunta los aspectos relacionados con la disponibilidad de la tecnología y los que se refieren a la capacidad de procesamiento del actor, la propiedad intelectual y la bioseguridad afectarán el acceso de grupos importantes de actores.

Hasta épocas recientes, los actores con más capacidad de influir en el acceso a la agrobiotecnología eran los que participaban en su desarrollo (grupos empresariales y de centros de investigación), así como los estudiosos de las implicaciones de la propiedad intelectual y bioseguridad en la agrobiotecnología y, por supuesto, el gobierno, a partir de diferentes actividades de promoción y regulación. Recientemente, el control de la tecnología –y la posibilidad de dirigir su desarrollo hacia objetivos de beneficio social más amplio– han atraído también la atención de nuevos actores, entre los que destacan las ONG preocupadas por los riesgos y beneficios asociados a su uso, que están sirviendo de contrapeso a los grandes grupos empresariales que comandan la agrobiotecnología; de ahí que:

2. Si no se refuerza la capacidad de procesamiento de los grupos movilizados para tomar decisiones bien informadas en materia de propiedad intelectual y bioseguridad y no se establecen los marcos legales adecuados en ambos aspectos, que permitan fincar demandas y exigir compensaciones para los actores que puedan verse afectados, las posibilidades de los nuevos actores para orientar a la agrobiotecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio serán limitadas.

En el marco del actual modelo de desarrollo es posible que se realicen cambios menores en aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad que mejoren el acceso de los que utilizan la tecnología, privilegiando criterios de interés para los actores más fuertes, como aquellos que favorecen el comercio de productos con las menores restricciones posibles. No es de esperarse, sin embargo,

que los posibles efectos negativos en el ambiente y en la práctica agrícola en un país de megadiversidad como México puedan ser resueltos con el modelo de desarrollo actual, por lo que:

3. Si no se realizan cambios importantes en las actividades de regulación que atiendan tanto los aspectos relacionados con la capacidad de los actores para manejar la tecnología, como las interacciones que deben establecer, los posibles efectos negativos en el ambiente y en la práctica agrícola podrían ser graves e irreversibles.

En la búsqueda del asidero metodológico que permitiera alcanzar los objetivos y operacionalizar las hipótesis, se incursionó en el análisis de las capacidades que requieren los actores que participan en el desarrollo y uso de tecnologías complejas, de sus interrelaciones así como de la estructura de esas relaciones. Aunque existen diferentes miradas al respecto, el análisis se centró en las redes, tanto descriptivas como cuantitativas, como una metáfora de interacción social. En una representación de este tipo, la unidad de análisis no es el actor, sino una entidad consistente en una colección de actores que considera tanto sus atributos como los enlaces entre ellos.

En este sentido, los resultados de la investigación contribuyen en el avance del conocimiento de las nuevas relaciones entre la agricultura y otros sectores por el desarrollo y uso de tecnologías complejas, algo poco estudiado a nivel de los casos particulares, de donde se pueden derivar recomendaciones para nuevos estudios. De hecho, algunos de los enfoques en la perspectiva de análisis adoptada ayudan a definir mejor el acceso a una tecnología y la relación entre variables, y a la vez mostraron ser de utilidad para el propósito de guiar el desarrollo y uso de una tecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio.

En esta investigación se aplicaron distintos enfoques de redes, cuyas características se discuten y presentan en el primer capítulo. La construcción del marco para el análisis revisa la evo-

lución de la agrobiotecnología y destaca los aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual, en el ámbito internacional y en el nacional. Éstos han sido abordados por varios autores y a lo largo del tiempo han recibido diferentes interpretaciones; aquí se resalta su carácter dual: como principio político y como principio de reestructuración; del mismo modo, se destaca la influencia del contexto, así como los intereses y motivaciones de los diferentes actores, y se presenta la situación actual como resultado de esas influencias a veces contradictorias.

Con este marco de análisis se tratan de visualizar los grandes procesos de transformación social, técnica y económica que han hecho posible el surgimiento de la biotecnología en el mundo, así como el contexto socioeconómico nacional en el que se está desarrollando y difundiendo. En la segunda parte del trabajo se presentan los estudios de caso:¹³ la papa resistente a virus, y el algodón resistente al ataque de insectos.

En el primero vemos cómo los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad pueden impedir, desde la etapa de I&D, el acceso de investigadores de instituciones públicas a las agrobiotecnologías que no son del dominio público. También se aportaron elementos sobre los efectos en el acceso a la tecnología de papa resistente a virus por parte de los actores que participan en el resto del proceso, especialmente productores de zonas agrícolas empobrecidas. Cabe aclarar que en el marco vigente de protección a la propiedad intelectual, quienes desarrollaron esta tecnología están tratando de que llegue sin condicionamientos a diferentes usuarios, especialmente productores de escasos recursos.

El segundo caso, del algodón, revisa los efectos de la propiedad intelectual y bioseguridad, especialmente en el acceso de productores, y las implicaciones para las agencias gubernamentales

¹³ Los estudios de caso constituyen una valiosa herramienta para entender procesos complejos; además permiten explorar situaciones donde algunas variables que pueden ser interesantes para la investigación no están predefinidas, lo que permite estructurarlas y analizarlas. Los estudios de caso proporcionan también un buen entendimiento de factores de éxito y fracaso (Arnold y Balázs, 1998:33).

involucradas en la autorización y vigilancia de una innovación desarrollada en el exterior, por uno de los complejos de mayor importancia en el mundo. Se trata de una tecnología que no es del dominio público y cuya introducción se ha dado en un marco de vacíos de tipo regulatorio. Aquí se aportan elementos que pueden ser importantes para la introducción de otros productos.

Es importante resaltar que a fin de cuentas las hipótesis tienen que ver con aspectos políticos; en primer término al reconocer la tecnología como una fuerza importante del mundo actual, incipiente aún, pero que puede tener efectos positivos y negativos de largo alcance; y en segundo, porque la política tecnológica es también una cuestión acerca de cómo su proceso de desarrollo y uso puede y debe ser reorientado hacia objetivos de beneficio social más amplio.

Esta investigación puede resultar de interés para quienes tradicionalmente han participado en la formulación de políticas para la promoción y regulación de tecnología: funcionarios, asociaciones técnicas y empresariales; pero también para nuevos actores, como las organizaciones no gubernamentales de tipo ambientalista y de productores. De igual suerte, para quienes realizan actividades que tienen que ver directamente con su desarrollo y uso: investigadores, empresas tecnológicas, empresas de insumos, productores agrícolas, procesadores de alimentos y consumidores, ya que les permitiría identificar las articulaciones entre actores que es necesario establecer en materia de propiedad intelectual y bioseguridad, así como los recursos y organización necesarios en el proceso.

Además, intenta mejorar la comprensión de un problema de gran actualidad, ya que la agrobiotecnología adquiere cada vez mayor importancia en países de menos desarrollo, con fuertes carencias en recursos y organización para manejar tecnologías complejas, pero que tampoco pueden quedarse al margen de su aplicación, toda vez que estas tecnologías están afectando la competitividad y las relaciones de la agricultura con otros sectores.

I. Aspectos conceptuales

Por supuesto, la tecnología no determina la sociedad. Tampoco la sociedad dicta el curso del cambio tecnológico, ya que muchos factores, incluidos la invención e iniciativas personales, intervienen en el proceso del descubrimiento científico, la innovación tecnológica y las aplicaciones sociales, de modo que el resultado final depende de un complejo modelo de interacción. En efecto, el dilema del determinismo tecnológico quizás es un falso problema, puesto que tecnología es sociedad y ésta no puede ser comprendida o representada sin sus herramientas técnicas (Castells, 1999:31).

La consideración más importante para establecer el marco de análisis de esta investigación fue resultado de la dinámica propia de la agrobiotecnología: “la investigación puede enseñarnos cosas que no sabíamos, presentarnos sorpresas en términos de nuestras expectativas previas” (Wallerstein, 1999:97).

En cuanto a la motivación inicial, es importante destacar que dada mi formación y experiencia profesional,¹ así como mi participación en investigaciones previas –donde se señalaba a la propiedad intelectual y a la bioseguridad como prerrequisitos para

¹ Formación en ingeniería química con experiencia en actividades de desarrollo tecnológico en biotecnología y en prospección y evaluación de tecnología, especialmente agrobiotecnológica.

que en México se tuviera acceso a la agrobiotecnología² era casi una derivación natural proponerme como tema de investigación el estudio de los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a esta tecnología por parte de los principales actores de su desarrollo y uso en nuestro país.

Ciencia, tecnología y sociedad

La atención dada a la relación ciencia-tecnología-sociedad desde las ciencias sociales es reciente. Algunos autores distinguen un patrón específico que puede ser caracterizado como un lento movimiento pendular. El péndulo empieza a oscilar en los cuarenta, cuando diversos científicos sociales comienzan a dedicarse sistemáticamente a estudiar a la tecnología. La oscilación del péndulo fue tan lejos que la tecnología fue vista como un factor autónomo, al cual la sociedad tenía que someterse (Bijker, 1995:254).

Con el surgimiento de los modelos de formación social de la tecnología, el péndulo osciló hacia el otro lado, pasando de esta concepción determinista tecnológica a la de conceptualizar a la tecnología como socialmente construida. De nuevo la oscilación llegó tan lejos que las investigaciones sobre los impactos de la tecnología casi desaparecieron del mapa, al menos de los estudios sociales de ciencia y tecnología (ECyT) realizados en países desarrollados, en donde llegó a considerarse a la tecnología como un mero constructo social.³ A continuación se explora la controversia acerca de qué tanto la tecnología condiciona o no al cambio social.

² Solleiro *et al.*, 1992; Lorence *et al.*, 1993; González, 1994.

³ G. Dosi, uno de los economistas más activo en las teorías evolucionistas del cambio tecnológico, gustaba de polemizar con los sociólogos de las corrientes de evaluación constructiva de la tecnología y de la construcción social de la tecnología, que hacían demasiado hincapié en la vertiente social de la tecnología “como si cualquier decisión de la voluntad individual o colectiva se pudiera realizar mediante el oportuno consenso”, y le gustaba citar a Pavitt (otro economista de las teorías evolucionistas del cambio tecnológico) quien solía preguntar a

Determinismo tecnológico

Cualquiera que pueda ser la “revolución” tecnológica específica, los deterministas la presentan como una dramática e “inevitable” fuerza impulsora, cuyo “impacto” puede “conducir a” profundos y “trascendentes” “efectos” o “consecuencias”. Para Chandler, “esta clase de lenguaje refleja un tono profético excitado, que mucha gente encuentra inspirador y convincente, pero que aliena a los científicos sociales” (1996).

No es extraño que muchos de los primeros estudios sobre la relación sociedad-tecnología hayan tenido esta visión, ya que surgieron en la segunda mitad del siglo XX, una época de desencanto social ante la ciencia y la tecnología, por la acumulación de efectos negativos del desarrollo industrial cuyos actores no tuvieron capacidad de anticipar.

En el caso de la agrobiotecnología, este tipo de lenguaje ha permeado el estudio de su relación con la sociedad en países de menos desarrollo; pero también en países desarrollados, especialmente entre investigadores del área de ciencias de la vida, empresarios, funcionarios, políticos y tecnófilos, predomina una concepción del cambio técnico como una fuerza que afectará enorme, positiva e irreversiblemente la relación de la agricultura con diferentes sectores. Es decir, el determinismo tecnológico puede adquirir tanto una forma negativa como una positiva. El debate actual de la agrobiotecnología se ha visto polarizado con ambas formas, positivas y negativas, de sus impactos.

En el determinismo tecnológico se pueden distinguir dos modalidades diferentes pero que están relacionadas; la primera es que la tecnología es autónoma y, en consecuencia, no está influida por la sociedad, pero su desarrollo causa transformaciones secundarias en la marcha de ésta (Berg, 1998:463). Presumiblemente la tecnología sólo es social a partir de los propósitos que sirve. La tecnología, por tanto, se asemeja a la ciencia y las matemáticas por su

quemarropa: “¿Estaríais dispuestos a volar en un avión que fuera simplemente el resultado del consenso social?” (Dosi, 1992:271).

independencia del mundo social pero, a diferencia de éstas, tiene impactos sociales profundos⁴ (Feenberg, 1999:3).

Ejemplos clásicos de avances tecnológicos autónomos son el proyecto Manhattan y el surgimiento de las computadoras personales. Pero también en el caso de la biotecnología, especialmente algunos de los primeros desarrollos generados en universidades y centros de investigación pública encajan en esta primera modalidad, ya que los investigadores eligieron sus proyectos de manera independiente de demandas sociales y los desarrollaron de la misma forma, de tal suerte que sus resultados parecían autónomos.

Esta modalidad ha sido muy debatida por los ECyT en épocas recientes, pero según Winner,⁵ aun cuando las nociones de construcción social de la tecnología hayan triunfado entre algunos científicos sociales y filósofos de la tecnología, “en el mundo en general, pareciera cada vez más claro que procesos imparables, fuertemente deterministas, centrados en tecnología, son los que gobiernan nuestras vidas”. Para este tan debatido autor, el determinismo tecnológico sigue “vivito y coleando” y entre muchos economistas, hombres de negocios y políticos, una visión abiertamente determinista es aceptada como sentido común: “Seamos realistas (dice Winner), desde el presidente Clinton y Newt Gingrich para abajo, la gente se inclina a describir el futuro como dominado por las fuerzas de la computación, la globalización de la producción y otras tendencias enraizadas insistentemente en la tecnología”. En la literatura de una amplia variedad de campos, el lenguaje de *momentum*, trayectoria, imperativo tecnológico y determinismo es más insistente ahora que en los ingenuos cincuenta (Winner, 1997:1-2).

La segunda modalidad del determinismo tecnológico asume que las transformaciones secundarias, es decir, los efectos de la tecnología en la sociedad, siempre toman una cierta forma: está en la naturaleza de la tecnología afectar la vida humana de ma-

⁴ Andrew Feenberg es uno de los filósofos de la tecnología contemporáneos proponentes del control democrático de la tecnología.

⁵ Una figura destacada del determinismo tecnológico.

neras específicas. Esta modalidad de determinismo tecnológico no es central en el debate de los ECyT, pero sí en el campo de la filosofía de la tecnología y del control democrático de la tecnología. En ella, el desarrollo social es visto como determinado por la tecnología: el destino de la sociedad pareciera depender, al menos en parte, de un factor no social que la influye sin sufrir a su vez una influencia recíproca (Feenberg, 1999:3).

Según Berg hay dos variantes extremas de esta modalidad: en una el desarrollo tecnológico puede conducir a disminuir el control centralizado de la tecnología y, en consecuencia, a aumentar la democracia. En el otro extremo, la racionalidad tecnológica descalifica al trabajador y lo controla; la tecnología es autoritaria y demasiado mecanicista y vacía de su significado a la vida humana (Berg, 1998:464).

Es en esta última variante donde el determinismo tecnológico ha sido muy criticado por dejar sentir a los individuos políticamente impotentes, “ante los propósitos de aquellos que tienen poder real en la sociedad para desempeñar la función de preservar el *status quo* socio político” (Chandler, 1996). Al respecto, Feenberg sostiene que en la actualidad los líderes corporativos y militares y las asociaciones profesionales de médicos e ingenieros tienen mucho más que ver con el control de los patrones de crecimiento urbano, el diseño de viviendas y sistemas de transporte, la selección de innovaciones, la experiencia de cada uno como consumidores, pacientes y empleados, que todas las instituciones gubernamentales de la sociedad puestas juntas (Feenberg, 1999:1). Este autor propone una alternativa partiendo de la suposición de que no existe una correlación única entre avance tecnológico y la distribución de poder social. Esta alternativa es relevante para nuestro estudio, ya que, en pocas tecnologías resulta más evidente que hay posibilidades de ampliar su base de control para incluir las demandas de nuevos actores, que representan intereses de sectores más amplios de la sociedad.

Para autores como Bijker, el determinismo tecnológico resulta en un desplazamiento de causalidad de la agencia humana a

las máquinas, que va en detrimento de cualquier intento de crear instrumentos para un control más democrático de la tecnología y la sociedad (Bijker, 1995:238). Sin embargo, es importante destacar que este tipo de enfoques permite identificar los efectos de una tecnología y, en ese sentido, resulta de utilidad metodológica en los estudios de futuros de la relación ciencia-tecnología-sociedad, ya que permite estimar *ex ante* los peligros y ventajas del avance tecnológico y, con estas visiones de futuro, estimular algún tipo de movilización social ya sea a favor o en contra.

Construcción social de la tecnología

Aun cuando la idea de la tecnología como resultado de la formación social, más que de un desarrollo autónomo, data de los años treinta, su formulación actual es más reciente.⁶ En los modelos de formación social,⁷ la tecnología no sigue su propio *momentum* o un camino racional para la solución de problemas, en vez de eso es formada por factores sociales.

Durante los ochenta se realizaron múltiples investigaciones tendientes a elucidar los procesos sociales en los cuales los hechos científicos eran construidos, trabajos que han servido de base en esta tradición son los de Latour y Woolgar (1979), donde demostraron cómo los hechos científicos son negociados y construidos por los científicos, lo cual en la actualidad es ampliamente aceptado en los ECyT. Las limitaciones de algunas investigaciones en esta tradición, respecto de cómo tratar de ma-

⁶ El punto de inicio de los estudios de construcción social de la tecnología puede situarse a mediados de los ochenta, la introducción general de *The Social Construction of Technological Systems*, de Bijker y colaboradores, hace un recuento de esto (véase Bijker *et al.*, 1987).

⁷ No hay un acuerdo entre los diferentes autores sobre englobar este tipo de estudios como construcción (*construction*) social o como formación (*shaping*) social de la tecnología; existe, sin embargo, un mayor acuerdo en considerar que el enfoque SCOT (Social Construction Of Technology) es algo más estrecho y puede quedar englobado en alguno de los otros dos términos (Brey, 1999).

nera sistemática con las influencias de actores no científicos en la investigación industrial, motivaron que varios académicos se enfocaran a investigar cómo los artefactos tecnológicos son construidos por procesos sociales.

Lo anterior dio lugar al surgimiento del enfoque SCOT (Social Construction Of Technology), desarrollado por Pinch y Bijker (1986). Uno de los méritos de este enfoque es que se opone –en gran medida– al determinismo tecnológico, pero ha sido criticado por la ausencia de una adecuada concepción de estructura social y por el tratamiento insatisfactorio de grupos sociales, sus necesidades e intereses y su acceso a la toma de decisiones (Russell, 1986). Otra de las críticas a este enfoque –de particular interés para esta investigación– es que no considera situaciones donde los grupos sociales sean incapaces de articular sus necesidades o éstas no sean reconocidas por el sistema de toma de decisiones (Vergragt, 1988:485), situación común en países de menos desarrollo económico y social.

Existen dos razones principales para dicha situación: porque las posibilidades de ampliar la base de participación social en la toma de decisiones en torno al desarrollo y uso de una tecnología compleja requieren, entre otras, del concurso de actores con cierto perfil de capacidades incluida la de argumentación técnica –y este tipo de actores no es fácil de encontrar en número y perfil en países de menos desarrollo– y porque tampoco es común que existan espacios que permitan una efectiva participación social en actividades relacionadas con el control de la tecnología.

Por otro lado, aplicados *ex post*, los estudios de construcción social de la tecnología pueden ser de utilidad para un mejor entendimiento de los impactos sociales y culturales de una tecnología, ya que arrojan luz sobre cómo sus efectos corresponden a decisiones que se hacen durante la etapa de desarrollo de la misma. Aplicados *ex ante*, abren posibilidades para mejorar la influencia pública sobre los procesos de formación social.

La influencia pública en la formación social de una tecnología ha sido abordada tradicionalmente de dos maneras: esru-

diando el control público de las tecnologías por parte de los gobiernos y, estudiando el proceso de formación social de las tecnologías. En el primer caso, los estudios se enfocan sobre las actividades regulatorias de agencias gubernamentales, generalmente cuando las nuevas tecnologías ya han sido desarrolladas; según Vergragt, aunque en la industria farmacéutica hubo efectos de estas actividades regulatorias desde las etapas de desarrollo, generalmente se aplica el dilema de Collingridge: en las primeras etapas es imposible regular porque no se sabe la dirección en la cual se va a desarrollar la tecnología, pero una vez que la nueva tecnología ha sido desarrollada, puede ser demasiado invasiva como para prevenir su introducción (1980).

Otro elemento importante en esta tradición de control público según Vergragt es el estudio de las controversias que pueden surgir sobre los efectos de las nuevas tecnologías. Los grupos de interés luchan sobre la introducción de las nuevas tecnologías solamente después de que han sido desarrolladas en los laboratorios de investigación.

En la otra tradición, la de formación social de las tecnologías, el punto fundamental es que en las etapas tempranas del proceso de innovación se pueden hacer elecciones entre alternativas. Estas elecciones son influidas por los intereses económicos y políticos de los actores involucrados. Para Vergragt, sin embargo, en ambas tradiciones el papel de la investigación científica industrial aparece subexpuesto. De ahí que señale la necesidad de realizar un estudio cuidadoso tanto de cómo se construyen los hechos científicos en investigación industrial y cómo este proceso de construcción es influido por intereses corporativos y sociales más amplios (Vergragt, 1988:484). Otra crítica al enfoque de construcción social de la tecnología es la poca importancia que se le da al análisis de los efectos, por demás obvios, de una tecnología en la sociedad (Bijker, 1995:242).

De acuerdo con Shrum y Shenhav, “la literatura en ciencia y tecnología es abundante e interdisciplinaria pero no predominantemente académica en carácter” (1995:627).⁸ Para estos autores es sorprendente que en muchos de los estudios realizados se haya llegado a la conclusión de que “la ciencia y la tecnología deben ser vistas en términos de formas de conocimiento y prácticas contexto-específicas que interactúan con un conjunto de intereses sociales distribuidos globalmente”, y consideran que para esta conceptualización, los enfoques de redes sociales podrían ser útiles para capturar el conjunto de interacciones de individuos y organizaciones que impulsan el mundo de la ciencia y la tecnología (Shrum y Shenhav, 1995:628).

Muchos estudios en relación con el cambio tecnológico advierten sobre sus impactos negativos; el mayor cuerpo de trabajo sobre los efectos sociales del cambio tecnológico en países de menos desarrollo se refiere a las consecuencias de la revolución verde y, más recientemente, algunos se han enfocado hacia las nuevas tecnologías. Shrum y Shenhav afirman que en estos países las diferentes perspectivas disciplinarias y tradiciones de investigación que estudian las relaciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad carecen de integración y aunque los estudios de los impactos sociales de la tecnología han generado considerable información sobre situaciones particulares, hay pocos estudios comparativos que permitan una evaluación sistemática de los efectos sociales (1995:643-644).

Estos autores concluyen que los modelos de redes sociales, al enfocarse en actores sociales –individuos y organizaciones– y

⁸ La opinión de estos autores es relevante porque es el resultado de un esfuerzo de análisis y síntesis de una parte importante de los estudios sociales relacionados con la ciencia y la tecnología de los países de menos desarrollo; el estudio fue hecho para el *Handbook of Science and Technology Studies* (Jasanoff *et al.*, 1995) y revisado por destacados académicos dedicados a estudiar la relación ciencia-tecnología-sociedad en países de menos desarrollo.

conceptualizar la presencia como ausencia de relaciones dentro de un sistema social, ofrecen la oportunidad de integrar tanto aspectos micro como macro. Asimismo, afirman que una baja densidad de enlaces entre investigadores y usuarios, combinada con enlaces a centros de investigación de países más desarrollados, se puede traducir en tecnologías inapropiadas o investigaciones irrelevantes (Shrum y Shenhav, 1995:643-648).

Esta última afirmación de Shrum y Shenhav resulta importante para el caso de la papa resistente a virus, así como para la propuesta acerca del importante papel que podrían desempeñar las ciencias sociales en acercar a los investigadores y a los usuarios de los proyectos de investigación científica y tecnológica que se realizan con fondos públicos. Es un hecho que la investigación científica y tecnológica, especialmente en países latinoamericanos, está teniendo un impacto limitado en mejorar la vida de sus ciudadanos (Oliva, 2001:48). Según Gibbons, debe haber un nuevo contrato de la ciencia con la sociedad que asegure que el conocimiento científico sea “socialmente robusto” y visto por la sociedad como transparente y participativo (1999c:81).

Biotecnología y sociedad en México

Casas y Chauvet hicieron una recapitulación de los enfoques aplicados al estudio de los impactos de la biotecnología, en 1994, y señalaron la necesidad de continuar con estudios de caso que permitieran un acercamiento a su verdadera dimensión. Estas autoras destacaron el énfasis que se ha puesto en México y América Latina en estudiar los impactos económicos y el escaso interés, en contraste, por analizar los efectos de biotecnologías ya aplicadas y de hacer un seguimiento de sus repercusiones en el tiempo. Para ellas, se requería un cambio de visión al analizar los efectos de la biotecnología, abandonar la óptica del determinismo tecnológico y pasar a la observación precisa del entorno en que ésta se introduce y se desarrolla, y recomendaban “avanzar en el análisis de los impactos, adelantándose inclusive a las aplicacio-

nes de las biotecnologías. Es decir, a diferencia de la forma en que han sido evaluadas las tecnologías generadas por la revolución verde, para la biotecnología los estudios deben realizarse *ex ante*, para identificar los riesgos que se generarán con la introducción de las biotecnologías” (Casas y Chauvet, 1994:32).

Con esta propuesta marcaron un cambio en la oscilación del péndulo de los estudios de la relación sociedad biotecnología en México, e iniciaron un nuevo tipo de ECyT en este campo: para Chauvet y el grupo Sociedad y Biotecnología⁹ –enfocadas tanto en evaluación *ex ante* de la utilización de biotecnologías en el medio rural, como en la evaluación sistemática de sus efectos una vez que las tecnologías biológicas han sido introducidas–, el análisis de impactos se basa en exploraciones detalladas de sus posibles efectos a escala local, en donde se identifican los diferentes actores que participan en el proceso, así como aquellos que los guían en su actuación. En este tipo de análisis el Grupo Sociedad y Biotecnología va más allá de los estudios realizados con anterioridad en el país, impregnados de un gran determinismo tecnológico, que veían a la biotecnología como una fuerza autónoma, o los que consideraban que el desarrollo de la sociedad estaba determinado por la tecnología.¹⁰

Una observación que permea los resultados de las investigaciones realizadas por este grupo es que “hay mucho por hacer en México antes que la biotecnología responda a las necesidades de grandes y pequeños productores e incrementa rendimientos y productividad en los cultivos de acuerdo a necesidades agronómicas y socioeconómicas internas y no con desarrollos hechos para otros ambientes” (Chauvet 1999:4).

⁹ Integrado por Rosa Elvia Barajas, Yolanda Castañeda, Michelle Chauvet y Yolanda Massieu.

¹⁰ Algunas investigaciones del grupo Sociedad y Biotecnología, de la UAM-Azcapotzalco, se centran en los efectos de la biotecnología en floricultura (Massieu, 1997), pequeños productores (Castañeda, 1997), en papa resistente a virus (Massieu *et al.*, 2000), y hormona bovina de crecimiento (Chauvet, 2000).

Casas, por su parte, también a partir de estudios de caso, ha explorado las maneras en que se van conformando redes y ambientes propicios para la transferencia de conocimientos en biotecnología, y analiza el papel que juegan diferentes actores en este proceso. En sus investigaciones Casas confirma el entramado sin costuras de la sociedad y la tecnología, ya que las redes de conocimiento no se sustentan exclusivamente en la transferencia tecnológica, sino en una amplia gama de conocimientos que van contribuyendo al desarrollo de las biotecnologías (Casas y Luna, 1997:7-14; Casas, 2001:163-226).

Impacto socioeconómico

La evaluación de los impactos socioeconómicos de la biotecnología en países de menos desarrollo es una actividad que se ha venido realizando desde hace tiempo con diferentes propósitos y modalidades; aunque para algunos es una actividad cuya realización de manera sistemática (en este tipo de países) está en su infancia y sus resultados en el caso de estudios predictivos deben ser analizados con mucha precaución (Herbert-Copley, 1995), es importante reconocer que la evaluación de los impactos socioeconómicos de la biotecnología, especialmente de las nuevas técnicas, cada vez adquiere mayor relevancia para examinar los factores que estimulan o entorpecen el desarrollo y difusión de las nuevas tecnologías, así como las políticas y acuerdos institucionales que pueden mejorar la situación (Brenner, 1995). Asimismo, los resultados de la evaluación de impacto pueden servir de herramienta para optimizar los procesos de toma de decisiones dentro de los sistemas nacionales de investigación agrícola a distintos niveles: proyectos individuales de investigación, decisiones de política nacional o relativas a la planificación de programas y acciones de colaboración internacional y a la exploración de mercados extranjeros (Halbrendt, 1995).

Recientemente, en el marco de las negociaciones del protocolo de bioseguridad, la posibilidad de que la evaluación de impacto

socioeconómico sea utilizada como herramienta para apoyar la toma de decisiones en esta materia, si bien ha suscitado fuertes controversias, ha puesto de manifiesto la gran necesidad, especialmente para países de menos desarrollo, de contar con las metodologías, los recursos (humanos y económicos), así como con la organización que requieren este tipo de evaluaciones. Y es que la adopción de cualquier posición acerca de los posibles efectos socioeconómicos de los OGM debe derivarse de un cuidadoso estudio local y específico acerca de sus posibles efectos, conducido por personas con un amplio conocimiento de la situación nacional y regional. Crompton y Wakeford advierten acerca de la importancia de que los países de menos desarrollo, de manera individual, se sientan libres de examinar sobre bases específicas los impactos potenciales, sociales y económicos de cualquier tecnología importada en el marco del protocolo de bioseguridad (1998:697-698).

Al respecto, Chauvet hace un recuento de metodologías para el análisis del impacto socioeconómico de biotecnologías agrícolas utilizadas en México y afirma que el aprendizaje generado en estudios tipo Technology Assessment¹¹ (TA) y su orientación actual “serían de gran utilidad para la evaluación del impacto socioeconómico en los países con menor desarrollo, a los que podrían adaptarse algunos de estos cambios en el concepto de TA de los países desarrollados, a saber: el TA como proceso de aprendizaje social para lidiar con la incertidumbre; mayor énfasis en los impactos de primer orden de la tecnología; el TA como creador de capacidades para desarrollar y difundir tecnologías; y, muy especialmente, como artífice de la participación de los grupos afectados (positiva o negativamente) en el control de la innovación (Chauvet *et al.*, 1998c:108).

A lo largo de esta investigación se parte de que los efectos de un OGM dependen, en principio, de la inserción genética utilizada,

¹¹ Algunos estudios de este tipo realizados en México, aunque interdisciplinarios, han provenido de iniciativas de científicos de áreas biológicas, de ingeniería y de gestión de la tecnología. Este tipo de estudios aborda la relación sociedad tecnología pero no forma parte del cuerpo de los ECYT.

del organismo receptor, de las condiciones ambientales productivas y culturales donde se pretende introducir el OGM y de considerar, también, que varían en el tiempo. Lo que significa que además de hacer una evaluación *ex ante* sobre sus posibles efectos, debe haber una vigilancia y evaluaciones periódicas durante el tiempo que se utilice la tecnología. Evaluaciones de este tipo no sólo requieren de mayores recursos con un perfil diferente, también necesitan de una organización distinta, que permita además retroalimentar resultados y corregir los aspectos de la tecnología que puedan tener y/o empiecen a manifestar efectos negativos. Es por eso que algunos autores advierten que uno de los mayores retos para los países de menos desarrollo es la complejidad institucional que requiere su adecuado manejo: ya que deben allegarse los recursos y establecer quién va a pagar por ellos (Álvarez, 2000; Pinstруп-Andersen, 1999; Cohen *et al.*, 1999).

Los ensambles sociotécnicos

Los análisis en el campo de estudios de ciencia-tecnología-sociedad continuaron su avance pero –siguiendo con la metáfora del péndulo– las oscilaciones posteriores llegaron menos lejos y la tecnología recuperó algo de su dureza, sin perder su carácter de socialmente formada. En los ochenta, el cuerpo de estudios de ciencia-tecnología-sociedad insatisfecho con movimientos pendulares tan extremos, llegó a la conclusión de que ambos enfoques eran complementarios y se planteó como argumento adicional que la distinción misma entre lo social y lo técnico no podía ser hecha *a priori*. Según Bijker, más que moverse en un solo plano podría decirse que el péndulo se movía en círculos foucaultianos¹² (Bijker, 1995:254). Es decir, que el péndulo no regresaba al mismo lugar.

¹² Bijker se refiere aquí a los experimentos desarrollados por el físico francés Jean Foucault en 1851, cuando demostró que el plano de oscilación de un péndulo puede ir cambiando de acuerdo con la rotación de la tierra y al hacerlo va trazando un círculo.

Los ensambles sociotécnicos surgieron como reacción ante la parcialidad de los enfoques de impacto y de construcción social de la tecnología. Se trata de nuevos enfoques al análisis del cambio sociotécnico, que surgen dentro de la tradición de estudios de tecnología de los ECyT. No existe acuerdo sobre cómo clasificar estos ensambles, pero en ellos, aunque se rechaza una visión determinista, se trata de dar cuenta de esa cierta dureza que presentan muchas tecnologías, lo que vuelve más manejable el concepto de determinismo tecnológico. Bijker señala que puede hacerse una diferenciación entre el nivel de análisis micro o macro de los estudios de tecnología: el micro tiende a apoyar el carácter contingente y no determinista de la tecnología; el macro tiende a producir imágenes deterministas (Bijker, 1995:250).

Los estudios de ciencia-tecnología-sociedad han ido más allá, tanto del inventor individual como concepto central explicatorio del desarrollo de tecnología, como del determinismo tecnológico y de hacer distinciones entre los aspectos técnicos, sociales, políticos y económicos que intervienen en su desarrollo y difusión (Bijker *et al.*, 1987:3). Lo anterior dio lugar a la utilización de la metáfora del entramado sin costuras de la sociedad y la tecnología,¹³ una red que interconecta estrechamente a la sociedad y a la tecnología; de la cual emergen ensambles de elementos muy heterogéneos tanto técnicos, como sociales, políticos y económicos (Bijker, 1995:249).

En consecuencia, hemos tomado en consideración la manera de concebir la interacción social a lo largo del desarrollo y uso de tecnologías: como una red estrechamente interconectada. Dado el propósito de identificar actores con capacidad de dirigir agrobiotecnologías hacia objetivos de beneficio social más amplio, se puso énfasis en el proceso de creación de dichas redes, como se verá más adelante. Para la investigación empírica, se aplicaron enfoques de análisis de redes sociales en los casos en que esto fue

¹³ En inglés *seamless web*. La traducción del término al español se tomó de *Ciencia en acción* (Latour, 1992:247).

posible.¹⁴ Estos enfoques permitieron sistematizar y operacionalizar la metáfora de la red, con la ventaja adicional de que su aplicación facilitó la identificación de las propiedades que surgen de esas interacciones,¹⁵ que fueron de utilidad para entender y explicar los fenómenos sociales estudiados.

A continuación se revisan algunos enfoques de ensambles sociotécnicos que aportaron elementos para la conceptualización relacional del desarrollo y uso de agrobiotecnologías y para ampliar la base de participación social en dicho proceso; asimismo, revisamos el enfoque de análisis de redes sociales cuya aplicación en los casos de estudio permitió formalizar la evocación metafórica y las reglas necesarias para representar las observaciones empíricas de las interacciones como elementos del modelo (Faust, 2002:6).

El enfoque de sistemas tecnológicos

Este enfoque fue desarrollado por Hughes en 1983 cuando realizó un análisis comparativo de los sistemas de distribución de electricidad en Nueva York, Londres y Berlín. En éste se trata a la tecnología en términos de la metáfora de sistemas; en ésta se abarcan tanto factores estructurales como eventos contingentes y se destaca la importancia de poner atención a los elementos diferentes e interactuantes que componen el sistema, tales como: artefactos físicos, instituciones y su ambiente. En este sentido, la metáfora integra aspectos técnicos, sociales, económicos y políticos.

Para Hughes, los sistemas tecnológicos contienen componentes complejos y desordenados para la solución de problemas, socialmente contruidos y formados por la sociedad; éstos pueden ser artefactos físicos, organizaciones diversas (empresas, bancos, centros de investigación y sus componentes tales como libros, artículos y programas de investigación), las leyes y regulaciones tam-

¹⁴ Es decir, cuando los elementos de la red podían ser cuantificados.

¹⁵ Uno de los aspectos centrales en el análisis de redes sociales.

bién forman parte de sistemas tecnológicos, así como los recursos naturales. Un artefacto –ya sea físico o no– que funcione como un componente en un sistema interactúa con otros artefactos y juntos contribuyen –directamente o mediante otros artefactos– al objetivo común del sistema. Para este autor:

- Los componentes de los sistemas tecnológicos son artefactos socialmente construidos debido a que son inventados y desarrollados por los constructores de sistemas y sus asociados.
- Además, debido a que los componentes de los sistemas tecnológicos interactúan, sus características derivan del sistema.
- Hay que evitar la convención de designar a los factores sociales como ambiente o contexto de un sistema tecnológico, debido a que los componentes organizacionales –etiquetados convencionalmente como sociales– son creaciones de los constructores de sistemas (1987:51-52).¹⁶

Los sistemas tecnológicos están limitados por el control ejercido por artefactos y por operadores humanos. Para Hughes, los inventores, científicos, ingenieros financieros, administradores y trabajadores son componentes del sistema pero no son artefactos; individuos y grupos en el sistema tienen grados de libertad que no poseen los artefactos. Una función crucial de las personas en los sistemas tecnológicos (además de su obvio papel en inventar, diseñar y desarrollar sistemas) es la de retroalimentar el desempeño del sistema comparándolo con su objetivo, a fin de corregir su desempeño. Según este autor el grado de libertad ejercido por los individuos en un sistema, en contraste al desempeño rutinario, depende de la madurez y tamaño o de la autonomía de un sistema tecnológico. Por otro lado,

¹⁶ Es decir, un sistema tecnológico usualmente tiene un ambiente que consiste de factores que no están bajo el control de los que manejan el sistema y no todos son de tipo organizacional. Si un factor del ambiente cae bajo el control del sistema se convierte en una parte interactuante de él con el tiempo, el manejo del sistema tecnológico va incorporando el ambiente en el sistema, lo que permite eliminar fuentes de incertidumbre.

Hughes destaca que, con el tiempo, los sistemas tienden a adoptar una estructura jerárquica (1987:51-82).

Un aspecto que destaca Hughes, y que resulta muy interesante, es que la elección del sistema jerárquico, ya sea a nivel artefacto físico a sistema mundo, es de carácter político. A veces se define tanto un sistema que las externalidades o costos sociales quedan fuera del análisis, por ejemplo (1987:55):

- Los libros de texto para estudiantes de ingeniería a menudo limitan los sistemas tecnológicos a sus componentes técnicos y dejan al estudiante con la impresión errónea de que los problemas de crecimiento del sistema y su manejo están nítidamente circunscritos y excluyen factores a menudo peyorativamente etiquetados como “políticos”.
- Los economistas neoclásicos —que analizan sistemas de producción— a menudo tratan los factores técnicos como exógenos, o los costos sociales y ambientales como externalidades.
- Por su parte algunos científicos sociales incrementan el grado de análisis y abstracción a un grado tal que no importa cuál pueda ser el contenido técnico del sistema.

Cualquiera de estos sesgos es inconveniente cuando se aplica este enfoque. Por otro lado, los sistemas evolucionan y este proceso puede ser representado por fases en las cuales predominan ciertas actividades: invención, desarrollo, innovación, transferencia, crecimiento, competencia y consolidación.¹⁷ Estas actividades no son secuenciales: se traslapan y retroalimentan. Conforme los sistemas maduran, adquieren estilo y *momentum*. Hughes analiza a la tecnología como sistemas heterogéneos que en el curso de su desarrollo adquieren un *momentum* tecnológico que pareciera impulsarlos en una dirección específica y con una cierta autonomía, pero no son autónomos.

¹⁷ La descripción de Hughes de estas actividades puede ser consultada en Hughes, 1987:57-76. Estas actividades son características de sistemas tecnológicos. El concepto de sistema tecnológico, como se verá más adelante, es utilizado en esta investigación para delimitar la red de desarrollo y uso de la agrobiotecnología.

El concepto de *momentum* proviene de la física y tiene que ver con la dificultad de detener un objeto y es directamente proporcional a la masa y a la velocidad del objeto.¹⁸ El *momentum* tecnológico de Hughes claramente implica una masa de componentes técnicos y organizacionales, así como una tasa de cambio o crecimiento que sugiere velocidad. En este sentido, mientras más grande es una tecnología (medida como grado de extensión, difusión, escala, complejidad o inversión) y mayor su tasa de cambio, mayor es su *momentum* (Constant II, 1987:241). Los sistemas tecnológicos poseen además dirección (objetivos). Los grandes sistemas con un *momentum* elevado tienden a ejercer un determinismo suave en otros sistemas, individuos o grupos en la sociedad.

Para Bijker, “el concepto de *momentum* tecnológico captura bellamente la naturaleza –aparentemente autónoma– de los sistemas tecnológicos mostrando, al mismo tiempo, que no se trata de una propiedad intrínseca sino que se construye lentamente durante el desarrollo del sistema” (Bijker, 1995:250). Según Hughes, el concepto es más útil que el de autonomía, no contradice la doctrina de construcción social de la tecnología y no apoya creencias erróneas de determinismo tecnológico; la metáfora engloba tanto factores estructurales como eventos contingentes.

En la práctica, el enfoque de sistemas tecnológicos dice bastante sobre las fuerzas impulsoras y los caminos de desarrollo de tales sistemas, permite identificar factores estructurales y contender con un cierto grado de continuidad en procesos de cambio sociotécnico, pero no proporciona un conjunto específico de conceptos que ayuden a analizar cómo los diferentes actores interactúan con la tecnología, cómo la evalúan y en qué dirección persiguen el cambio tecnológico (Elzen *et al.*, 1996:100-101). Tampoco ayuda a contender con la presencia de actores en conflicto y las dificultades para establecer el objetivo común del sistema sociotécnico, que es lo que está sucediendo actualmente en agrobiotecnología.

¹⁸ *Momentum* = masa x velocidad. El *momentum* es un vector de cantidad, su dirección es la misma que la dirección de la velocidad del objeto.

El actor-red¹⁹

El enfoque del actor-red (*actor-network-theory*) describe una sociedad de actores humanos y no humanos enlazados en redes heterogéneas, que no pueden ser reducidas ni a actores solos ni a redes. Como red, está compuesto de una serie de elementos heterogéneos animados e inanimados que se enlazan uno a otro por un cierto periodo; pero según Callon esto no debe llevar a plantearse al actor-red en términos de una red que enlaza de manera predecible elementos que son perfectamente definidos y estables. Lo anterior se debe a que, al estar compuesto de entidades naturales o sociales, el actor-red puede en cualquier momento redefinir su identidad y mutuas relaciones e incorporar nuevos elementos a la red (Callon, 1987:92). Las redes se construyen y mantienen para lograr un objetivo particular, por ejemplo el desarrollo de un producto.

El enfoque ha sido aplicado en mayor medida para entender la dinámica de la ciencia y su crecimiento. En él se intenta mostrar cómo se produce el fortalecimiento de una proposición científica y cómo se crea el espacio de circulación de las proposiciones, este enfoque se asocia con autores como Callon, Latour y Law.²⁰ El enfoque del actor-red incorpora un lenguaje especializado que no es utilizado en la sociología convencional. Stalder trata de dar cuenta de las inconsistencias de las terminologías usadas en varios estudios que plantean el enfoque del actor-red y hace una amplia revisión del significado que diferentes autores le dan a algunos de los conceptos clave de este enfoque.²¹

El desarrollo de las redes se analiza como una concatenación de translaciones; es decir, a partir de los esfuerzos de los actores en la red para mover a otros actores a diferentes posiciones. El concepto de translación es central en el actor-red y se refiere a todas

¹⁹ En inglés *actor-network theory* e identificada con las siglas ANT. La traducción al español fue tomada de *Ciencia en acción* de Bruno Latour.

²⁰ Law, 1999.

²¹ Stalder, 1997.

las operaciones que enlazan dispositivos técnicos, enunciados y seres humanos. La noción de translación conduce a la de redes de translación que se refieren tanto a un proceso (translaciones que son puestas juntas) como a un resultado (el logro temporal de relaciones estabilizadas) (Callon, 1995:50; Bijker, 1995:250).

La noción de redes de translación se refiere a una realidad compuesta en la cual las inscripciones²² y, en particular, proposiciones, dispositivos técnicos y actores humanos (incluyendo investigadores, técnicos, industriales, empresas, organizaciones de beneficencia y políticos) son puestos juntos e interactúan uno con otro. El concepto de translación involucra el de dinámica. Las redes varían en longitud y complejidad. Así, mientras algunas redes difícilmente se extienden más allá de los laboratorios o de sus comunidades de especialistas y actúan primariamente vía instrumentos y proposiciones, otras estabilizan algunas de estas entidades y las movilizan multiplicando sus conexiones con comunidades de no especialistas (Callon, 1995:52). Algunas veces estas redes no son evidentes tanto para quienes las analizan como para los que forman parte de ellas, porque son como cajas negras.²³

Para Callon el significado y fortaleza de una proposición —es decir, la posibilidad que tiene de ser aceptada o discutida— depen-

²² Para una definición de inscripción véase Callon, 1997, págs. 175-204.

²³ Una caja negra es cualquier arreglo que, sin importar lo complejo y debatido que haya sido en el pasado, actualmente es tan estable y cierto que puede ser tratado como un hecho donde solamente cuenta lo que entra y lo que sale (Stalder, 1997:4). Un ejemplo de lo anterior puede ser el problema de inseguridad que ofrecían los barcos de vapor en sus inicios. Tuvo que ocurrir un buen número de accidentes para que se establecieran normas y se perfeccionaran los elementos técnicos que en la actualidad permiten que un barco de vapor sea seguro. Ya nadie está al tanto de los debates de antaño y la seguridad de los barcos se da por sentada: la caja negra se ha cerrado. Sin embargo, nuevos descubrimientos técnicos, nuevos comportamientos sociales o la aparición de efectos no deseados pueden volver a abrir la caja negra. En Europa, en la segunda mitad de los noventa, todo parecía indicar que “la caja negra” de los aspectos de bioseguridad se estaba cerrando; pero el ambiente del sistema cambió y además entraron a participar nuevos actores en actividades regulatorias. La caja negra de las negociaciones en bioseguridad se abrió y los cuestionamientos a la agrobiotecnología amenazan su futuro.

den de la cadena de translación en la cual ésta se localice y las referencias que cree. La creación y desarrollo de redes depende de un conjunto de condiciones que facilitan u obstaculizan el despliegue de translaciones. Algunas veces estas últimas –y los dispositivos en las cuales están inscritas– pueden disparar alguna oposición que no se pueda superar.

Por otro lado, los límites y principios –siempre revisables– son incorporados en las protestas, reglas o dispositivos técnicos que de manera conjunta restringen el campo de translaciones que pueden ser toleradas. Otros obstáculos a la proliferación de translaciones radican en los arreglos más o menos explícitos, que definen la circulación de proposiciones e instrumentos y habilidades incorporadas o que establecen derechos de propiedad. Así, las reglas de confidencialidad pueden obstaculizar la ramificación de redes, mientras que los derechos exclusivos a ciertos resultados pueden limitar la posibilidad de conexión (Callon, 1995:56-57). Esto último es el caso de una parte importante de la investigación en agrobiotecnología y es de interés para esta investigación.

Cabe resaltar que los mecanismos para designar un interlocutor legítimo influyen el carácter de las posibles translaciones: ¿quién está autorizado a hacer plática a quién, quién puede aliarse con quién, quién habla en nombre de quién? Según este autor, la respuesta a estas preguntas define el espacio para el desarrollo de redes de translación (Callon, 1995:50).

El modelo de redes de translación también se relaciona con el manejo interno de las redes y con las formas organizacionales en las cuales las redes están incorporadas, la extensión de las redes y la diversidad de sus translaciones vuelven muy importante el estudio de la organización de sus elementos, los cuales son muy heterogéneos. Tanto los contenidos como los modos de circulación de lo que es producido dependen de la dinámica de estas interacciones. Hay estudios que destacan la variedad de configuraciones y enfatizan la creciente importancia de redes de laboratorio enlazadas a empresas, agencias estatales, etcétera. El estudio de su organización y sus diferentes formas de coordinación –mercado, jerarquía, confianza, cuestiones técnicas– es de gran importancia (Callon, 1995:50).

La noción de redes de translación vuelve inapropiadas las distinciones entre el análisis macro y micro, entre cambio global y acción local y entre naturaleza y sociedad. Con anterioridad, la oposición entre sociedad y naturaleza fue utilizada para distinguir un mundo de entidades pasivas, de un mundo de actores humanos con imaginación, invención y expresión. Las redes de translación establecen un continuo entre estos dos extremos²⁴ (Callon, 1995:58). Latour, por su parte, en el enfoque del actor-red, intenta superar la separación, por demás artificial, entre naturaleza y sociedad, que introdujo la modernidad y extendió la posmodernidad. Así, al integrar los dominios separados de naturaleza, lenguaje y sociedad, el actor-red se basa en un fundamento premoderno (Latour, 1993:6). Este enfoque incorpora un principio de simetría generalizada para analizar el mundo de humanos y no humanos con el mismo marco conceptual.

Para Callon existen tres conceptos que hacen posible describir la tensión entre acción local y cambio global: irreversibilidad, alargamiento de la red y variedad (1995:59).

Una red se vuelve irreversible conforme sus translaciones se consolidan y hacen las translaciones posteriores pronosticables e inevitables. Bajo tales circunstancias, las habilidades incorporadas, los dispositivos experimentales y los sistemas de proposiciones llegan a ser crecientemente interdependientes y complementarios. Hay un aprendizaje que toma lugar y que hace posible la acumulación. El desarrollo finaliza siguiendo un camino sociotécnico perfectamente determinado que reduce progresivamente el margen de maniobra de los actantes²⁵ involucrados.

²⁴ El concepto de translación es central en el enfoque del actor-red. Se utiliza para analizar cómo se llega a un orden social, mezclando y transformando máquinas, instituciones y actores. El poder de los actores no consiste de algo especial en los individuos o instituciones sino que surge de las redes que los actores pueden controlar (Bijker, 1995:251).

²⁵ Al utilizar el término actante, el enfoque del actor-red evita las connotaciones asociadas tradicionalmente a la categoría actor en ciencias sociales, que excluyen cualquier componente no humano (Callon, 1987:93).

Una red de translación se alarga en la medida de que enrola diferentes actantes. El alargamiento de una red es acompañado de un proceso de sellado de la caja negra, en el cual cadenas enteras son incorporadas en oraciones, dispositivos técnicos, sustancias o habilidades. Para Latour, es en este proceso de sellado de la caja negra donde está verdaderamente el corazón de la dinámica científica (Latour, 1987).

Una red de translación crea su propia coherencia; donde hay muchas y diversas redes interconectadas, hay también muchas translaciones. Por el contrario, cuando las redes están tan interconectadas que forman un sistema, el grado de diversidad es bajo.

Aunque en el actor-red se reconoce la importancia de estudiar cómo están organizados los elementos de una red de translación, el mismo Callon reconoce que este enfoque no dice mucho acerca de las formas organizacionales que acompañan u obstaculizan a dichas redes (Callon, 1995:57). Por otro lado, según Bowden, la racionalidad metodológica detrás de los esfuerzos de síntesis en este enfoque tiene serios defectos: la presunción de que la interpenetración entre lo natural y lo social solamente puede ser entendida mediante un lenguaje que niega categorías tradicionales queda en evidencia al contrastar el enfoque del actor-red con la orientación multidisciplinaria de Hughes y sus sistemas socio-técnicos. Hughes distingue explícitamente entre varias entidades (por ejemplo bancos, firmas de ingeniería, partidos políticos y objetos animados e inanimados) y entonces procede a mostrar cómo las diferentes entidades, históricamente contingentes, son enlazadas de manera que las transforma en un “tejido sin costuras” de la tecnología y la sociedad (Bowden, 1995:76).

Bowden cita una comparación de este proceso que hace Gingras con el horneado de un pastel: la elaboración de un pastel comienza con una variedad de ingredientes heterogéneos (huevos, harina, agua, etcétera), los cuales, combinados en las proporciones y manera apropiadas, resultan en la creación de un pastel homogéneo. Por lo tanto, para individuos como Hughes, la dificultad de distinguir entre lo técnico y lo social tiene una base puramente metodológica. Cuando uno se enfoca en el sis-

tema resultante (en el pastel) es difícil distinguir un ingrediente del otro. Cuando uno se enfoca en el proceso de creación del sistema, sin embargo, las distinciones no sólo son posibles, sino necesarias (Bowden, 1995:76).

Por otro lado, para Elzen *et al.*, la libertad que los actores tienen en el enfoque del actor-red al interactuar con otros actores causa problemas cuando se intenta identificar el papel de factores sistémicos estables: según este autor, el enfoque ofrece pocas herramientas conceptuales que ayuden a entender cómo los actores tienen maneras características de interactuar con la tecnología. Pero más importante aún, es que la tecnología no puede ser vista como actor, cuando lo que se está buscando son las posibilidades de guiar el cambio tecnológico influyendo en la manera en que los humanos interactúan con la tecnología y entre sí (Elzen *et al.*, 1996:102).

Redes tecnoeconómicas

En planteamientos posteriores, Callon introdujo el concepto de redes tecnoeconómicas. Éstas sólo guardan cierta familiaridad con las redes técnicas estudiadas por los economistas, las cuales pueden ser reducidas a largas asociaciones de no humanos que enlazan a unos cuantos humanos; tampoco pueden ser reducidas a las redes de actores de los sociólogos, que privilegian las interacciones entre humanos en ausencia de cualquier soporte material. Una red tecnoeconómica es una red compuesta que mezcla humanos y no humanos, inscripciones de todas clases y dinero en todas sus formas. La dinámica de estas redes solamente puede ser entendida por medio de la operación de translación que inscribe la definición mutua de los actores en los intermediarios que son puestos en circulación (Callon, 1992:96).

Para Callon una de las ventajas de razonar en términos de redes es que muestra que una teoría del actor no puede, de ninguna manera, ser universal. El comportamiento de los actores, y más generalmente su definición, cambia con el estado de la red, la cual

es, asimismo, el resultado de acciones previas. Según este autor debería de ser posible caracterizar los actores y sus perfiles de acción para cada posible configuración de una red a partir de las dimensiones de longitud, convergencia e irreversibilidad. Mientras menos convergente es una red, es más reversible y los actores que la componen pueden ser entendidos más en términos de conceptos como estrategias, objetivos variables y negociados, proyectos revisables y coaliciones cambiantes. En el otro extremo, en redes completamente convergentes e irreversibilizadas los actores llegan a ser agentes con objetivos precisos (Callon, 1992:96).

La línea de análisis que sigue Callon en su trabajo sobre dinámica de redes tecnoeconómicas²⁶ sugiere que no hay una teoría o modelo del actor. La ontología del actor tiene una geometría variable y es indisociable de las redes que define y las cuales contribuye a definir. La dimensión histórica llega a ser una parte necesaria del análisis. Farshad y McMichael siguen una línea de razonamiento similar en el campo de estudios agrarios que hace eco con los planteamientos anteriores, y retoma una proposición de John Law, uno de los autores más reconocidos en el enfoque del actor-red: la agencia social nunca está localizada en individuos aislados, sino que un actor es una red modelada de relaciones heterogéneas (Farshad y McMichael, 2000:18; Law, 1992:384). Para Long, por su parte, la agencia –la cual puede ser reconocida cuando las acciones particulares representan una diferencia en relación con el estado de asuntos preexistente o al curso de eventos– está compuesta de relaciones sociales y puede solamente llegar a ser efectiva mediante ellas (1991:23). Lo anterior tiene una gran relación con el concepto de centralidad y la asociación de éste con poder que plantea el ARS.

Conforme una red incrementa su grado de convergencia e irreversibilidad, las descripciones que los intermediarios ponen en circulación llegan a ser casi explicaciones o incluso predicciones. En este sentido, hablar de explicaciones presupone que es

²⁶ Callon, 1992:72-102.

posible dar cuenta del estado de la red con base en un pequeño número de variables o conceptos, lo que implica hacer hipótesis muy definidas acerca de la forma de la red y la convergencia de sus traslaciones.

En redes fuertemente convergentes y estabilizadas, los actores son perfectamente identificables y su comportamiento es conocido y predecible, el conjunto trabaja y evoluciona de acuerdo con regularidades que permiten explicar las trayectorias seguidas, la asignación de recursos y los equilibrios alcanzados sobre la base de algunas leyes simples e información bien seleccionada (en general se puede decir que ésta era la situación de la agrobiotecnología hasta 1997). Por el contrario, en una red reversible y divergente, la descripción tiene que incluir cada detalle, cada actor intenta trasladar a los otros y estas traslaciones fluctúan sin tener éxito en estabilizar a la red; quienes contraponen el análisis cualitativo, las monografías y el análisis estratégico o prospectivo a la búsqueda de leyes y regularidades, pasan por alto el hecho de que las redes no están en los actores sino que son producidas por ellos y solamente las estabilizan en ciertos lugares y momentos (Callon, 1992:97).

Para Callon, a diferencia de las trayectorias, las redes raramente pueden ser cortadas en marcos fácilmente descriptivos y cuantificables. Poner las cosas en números, que sería el caso extremo a poner las cosas en palabras, es sólo una forma de descripción entre otras, cuyo uso claramente depende del estado de la red. De acuerdo con Callon, podría no tener sentido cuantificar a cualquier precio, o buscar reducir el comportamiento a variables o funciones, igual que sería necio rechazar toda cuantificación. La elección del método no obedece a ningún imperativo epistemológico y cae fuera de la competencia de cualquier doctrina, pues está dictada por el estado de la red. Así, si la red se estabiliza a sí misma, “uno tiene que contar y hacer algunas matemática” (Callon, 1992:95).

Al igual que en el caso del enfoque del actor-red, Elzen *et al.*, consideran que “las redes tecnoeconómicas de Callon ofrecen pocas herramientas conceptuales que ayuden a entender cómo

los actores llegan a tener maneras características de interactuar con la tecnología” (Elzen *et al.*, 1996:100).

Para esos autores no es suficiente establecer que los actores pueden trasladar otros actores e intermediarios (incluyendo artefactos tecnológicos). Esta insuficiencia, que marcan Elzen *et al.*, provoca problemas cuando se trata de trazar los factores que guían a los actores en sus actos (Elzen *et al.*, 1996:100). En países de menos desarrollo estos factores deben ser identificados y trazados, porque muchas veces representan la diferencia entre que una tecnología se desarrolle y utilice o no.

Por otro lado, las afirmaciones de Callon dieron la pauta para que a lo largo de esta investigación se utilizaran alternativamente metodologías de redes cuantitativas y/o enfoques descriptivos de redes, dependiendo del estado de la red, incluido el análisis de redes sociales.

Redes sociotécnicas

Elzen *et al.* plantearon en 1996 que el enfoque de redes sociotécnicas (RST) puede “ayudar a inducir el cambio tecnológico en una dirección que sea considerada deseable, desde una perspectiva social más amplia”,²⁷ posteriormente, Elzen fue invitado a presentar su interesante enfoque en una de las sesiones plenarias de las Terceras Jornadas Latinoamericanas de los ESOCITE’s.²⁸

En su enfoque de RST, el problema de guiar el desarrollo tecnológico sobre las bases de prioridades sociales es separado en dos partes: en la primera se analiza la situación existente y su dinámica y en la segunda, se evalúa el probable efecto de nuevos insumos en el proceso y, eventualmente, su implementación. Los autores formulan cinco requerimientos que deben llenar los

²⁷ Elzen *et al.*, 1996:95-96.

²⁸ Se refiere a las Terceras Jornadas Latinoamericanas de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología ESOCITE’s celebradas en Querétaro, Qro., en octubre de 1998.

estudios de tecnología para servir a este propósito (Elzen *et al.*, 1996:98-99). El marco debe permitir:

- Trazar los factores que guían a los actores en sus actos, tanto en sus interacciones con otros actores, como con la tecnología de interés. Sin el reconocimiento de tales factores no se pueden evaluar los efectos de nuevos insumos en el proceso de desarrollo, ni cómo éstos son tomados, integrados y contraatacados.²⁹
- Analizar los factores de manera dinámica.³⁰
- Reconocer la heterogeneidad del proceso de cambio sociotécnico, en el sentido de permitir que tanto los aspectos sociales como los técnicos estén sujetos a continuos cambios.³¹
- Identificar factores estructurales que den cuenta de un cierto grado de continuidad en el proceso de cambio sociotécnico.³²
- Dar cuenta de los distintos significados que diferentes actores atribuyen a la tecnología en cuestión.³³

Después de revisar algunos de los enfoques existentes, Elzen *et al.*, desarrollaron su propio enfoque al analizar procesos de cambio sociotécnico, para lo cual tomaron “prestados” y combinaron algunos de los conceptos usados en los enfoques existentes, y propusieron el de redes sociotécnicas. Cuando Elzen *et al.*, utilizan la noción de red, la definen respecto de la tecnología o grupo de tecnologías de interés. En su enfoque, los nodos en la red son considerados actores humanos, ya sea individuos o grupos; este

²⁹ Los enfoques de construcción social de la tecnología (Pinch *et al.*, 1987: 17-50), así como el de análisis de redes sociales (Wasserman y Galaskiewicz, 1994:xi-xvii) toman en cuenta este requerimiento.

³⁰ Aunque se reconocen las limitaciones del análisis de redes sociales (ARS) para tratar con el cambio, recientemente ha habido contribuciones sustantivas al respecto; para una revisión ver Suttor *et al.*, 1996:1-7. Pero los enfoques de construcción social tampoco ofrecen herramientas para hacerlo.

³¹ Tanto el enfoque del actor-red como el de redes tecnoeconómicas reconocen esta posibilidad.

³² El enfoque de sistemas sociotécnicos permite dar cuenta de los factores estructurales que hacen posible la continuidad.

³³ Los enfoques de construcción social ofrecen conceptos al respecto.

contraste con el actor-red y las redes tecnoeconómicas, donde las tecnologías también son actores, se debe a que, aun cuando estos autores reconocen que bajo determinadas circunstancias la tecnología puede “actuar”, las diferencias entre humanos y no humanos son relevantes para la orientación intervencionista del enfoque de RST, relativa a guiar el cambio tecnológico desde una perspectiva social más amplia (Elzen *et al.*, 1996:101), que es el propósito que permea esta investigación.

De ahí que una RST pueda ser caracterizada por las interacciones entre los actores, las cuales pueden ser de naturaleza muy heterogénea; las interacciones de interés son las que guardan relación con el desarrollo de la tecnología. En esta tesis, además, se analizan las interacciones que tienen que ver con el uso de la tecnología en cuestión, ya que, en el caso de familias de tecnologías, como la agrobiotecnología, las observaciones resultantes en la etapa de utilización de la tecnología pueden y están siendo retroalimentadas de hecho, en diferentes países, a la etapa de investigación y desarrollo, lo que permite superar el dilema de Collingridge.³⁴ Las RST describen también las interacciones privadas que los actores tienen con los artefactos (la tecnología), ya sea que los desarrollen o los utilicen, de ahí que también den cuenta de las interacciones entre entidades sociales y entidades sociales y artefactos. Es de aquí de donde se deriva su nombre: redes sociotécnicas, ya que permiten estudiar interacciones entre desarrollos sociales y técnicos, enfatizando siempre que los dos van juntos (Elzen *et al.*, 1996:102).

A continuación presentamos los principales elementos de RST y las características más sobresalientes de su dinámica. Los actores de la red son individuos humanos o grupos de humanos (ej. organizaciones), la decisión depende del problema en el que se esté interesado y de las razones empíricas que pueda tener el analista para ver a un grupo de humanos como un simple actor: aquel que es visto como tal por otros actores en la red bajo estudio y, quien opera en las interacciones a las que se está enfocando

³⁴ Se planteó en el apartado Construcción social de la tecnología.

el análisis, es decir, define problemas en una determinada manera, tiene voz, realiza actividades importantes para el desarrollo y uso de una tecnología.

Los enlaces entre los nodos denotan las interacciones entre los actores, en éstas la tecnología desempeña un papel importante. En este sentido, las redes pueden ser vistas esencialmente como redes sociales, puesto que muestran las relaciones entre entidades sociales. Para Elzen *et al.*, la diferencia con el análisis tradicional de redes sociales es que en RST se pone atención explícita al papel de la tecnología en estas interacciones, además (como se verá más adelante), RST también toma en cuenta las interacciones entre actores y tecnología.

En contraste al enfoque de actor-red, en RST no se ve a la tecnología como un actor y la principal razón, como ya se señaló, es que humanos y no humanos tienen características diferentes que son relevantes al propósito que se busca en RST: examinar las posibilidades de guiar el cambio tecnológico a partir de la manera en que los humanos interactúan con la tecnología y entre sí (Elzen *et al.*, 1996:102).

En estas interacciones algo va de un actor a otro y viceversa. Elzen *et al.*, toman prestado el concepto de intermediario de Callon (1992:74) para designar a ese algo; este autor define a un intermediario como “cualquier cosa que pasa de un actor a otro y que constituye la forma y sustancia de la relación establecida entre ellos (artículos científicos, software, artefactos tecnológicos, instrumentos, contratos dinero, etcétera)”. Si se hiciera un acercamiento al actor, podría verse que recibe una gran cantidad de diferentes intermediarios, mientras que, a su vez, envía otra gran cantidad de estos intermediarios a distintos actores (Elzen *et al.*, 1996:103).

Es en este punto donde los autores plantean bellamente el corazón del desarrollo de una tecnología (que aplicamos en este trabajo):³⁵ los actores son procesadores de intermediarios,

³⁵ El consumidor final también puede ser visto como un procesador de intermediarios, con capacidad de procesar la tecnología (usarla) y de retroalimentar el proceso con sus observaciones y preferencias.

recombinan los intermediarios que reciben y los envían fuera de su ámbito, característica que constituye la base para analizar la dinámica de la red: el que los actores estén activos como procesadores de intermediarios constituye la base para la emergencia de resiliencia, una característica de la red que hace posible distinguir patrones estables de interacción.

A diferencia del actor-red, en las RST la tecnología es un intermediario –además, se reconoce la flexibilidad interpretativa del artefacto (tecnología)– lo que implica que las características de una tecnología consideradas relevantes por un actor pueden diferir de las consideradas por otro. Elzen *et al.*, identifican la versión específica de la tecnología en cuestión que tiene cada actor en la red, en la manera que refleje las características relevantes de la tecnología para cada actor en especial. De ahí que el enfoque de RST pueda ser visualizado como sigue: los actores constituyen los nodos de la red, debajo de cada actor –y conectado a ese actor solamente– está su versión específica de la tecnología y entre los actores están los enlaces que reflejan el intercambio de intermediarios, incluida la tecnología. Los actores recombinan los intermediarios que entran, los procesan, y subsecuentemente, los envían como nuevos intermediarios a otros actores. Los actores se caracterizan por la naturaleza de este proceso de recombinación (Elzen *et al.*, 1996:104).

Una pieza muy importante de la dinámica de las RST es la emergencia de resiliencia. El desarrollo y utilización de una tecnología es un proceso muy dinámico. El contenido de los intermediarios que intercambian los actores varía continuamente, pero en un mayor grado de abstracción, pueden discernirse patrones que permanezcan inalterados sobre largos periodos. Según Elzen *et al.*, esto abre la posibilidad de reconocer redes con un cierto grado de estabilidad, donde pueden distinguirse patrones de interacciones, que desempeñan un papel diferente de los no estabilizados. En general, los actores proceden de una manera tal que tienden a perpetuar patrones existentes de interacción. Para los autores esto es el resultado de tres diferentes mecanismos que operan al mismo tiempo (Elzen *et al.*, 1996:105):

1. Los actores no pueden hacer al azar lo que ellos desean ya que son dependientes, al menos parcialmente, de los intermediarios que reciben. De esta manera, la red limita directamente el espacio de actuación del actor.
2. Aun cuando estén restringidos por los intermediarios que reciben, los actores todavía tienen una variedad de opciones acerca de cómo procesarlos. Para poder hacer esto de una manera exitosa, los actores hacen su propia evaluación acerca de qué intermediarios serán tomados por qué actores. Ellos hacen sus evaluaciones y de ahí derivan sus expectativas acerca de lo que será aceptable para los otros actores; y sobre dichas expectativas basan sus decisiones acerca de qué intermediarios procesar y enviar. Debido a su experiencia en interacciones pasadas, los actores pueden (y tienden a) ajustar sus actos hacia lo que es considerado relevante por otros actores. Esto puede ser visto como una forma de autorestricción para los actores.³⁶
3. A pesar de eso, los actores pueden estar equivocados en lo que piensan o esperan que requieren los otros actores. Si los intermediarios que envía un actor no son tomados por otros actores, los actores pueden hacer un esfuerzo extra para que esto suceda, pero no serán capaces de “vender” cualquier cosa que ellos deseen. De esta manera, la red limita indirectamente el espacio de actuación del actor; así, los actores son corregidos por otros actores en la red: el efecto de esto es que las interacciones en marcha pueden continuar.³⁷

³⁶ Los conceptos que subyacen en estos mecanismos son importantes para el análisis del desarrollo y uso de una tecnología. La libertad del actor como procesador de intermediarios está acotada por sus conocimientos y la infraestructura humana, técnica y recursos económicos de que dispone. Por otro lado, si hubo interacciones previas, el actor ha aprendido y basa en ellas sus evaluaciones acerca de lo que requieren los actores que van a continuar procesando la tecnología.

³⁷ Los mecanismos propuestos por Elzen *et al.*, permiten introducir el conflicto a la red. El conflicto puede ser resuelto y los acuerdos logrados pueden ser traducidos a normas técnicas aplicables a diferentes puntos en la red. Pero también estos mecanismos permiten dar cuenta de redes que no se estabilizan y hacer acercamientos a los puntos conflictivos específicos.

En el nivel de RST, los tres mecanismos se suman a la emergencia de resiliencia y conducen a una tendencia de perpetuar los patrones existentes de interacción. En este sentido, en contraste con interacciones ocasionales, las RST reflejan una coordinación a largo plazo de actividades entre diferentes actores. Al definir RST como un ejemplo de patrones estables de interacción, implican que las interacciones dentro de la red son más durables que entre la red y su ambiente (el ambiente puede ser visto como una variedad de otras redes). Las RST existentes muestran una tendencia a perpetuarse (expresada como resiliencia), mientras que, por otro lado, las interacciones de RST con el ambiente son esenciales para entender partes importantes del cambio tecnológico (Elzen *et al.*, 1996:105-106). La resiliencia no puede ser vista como una medida cuantitativa simple; es importante identificar cuáles factores son constituyentes de resiliencia en cada caso específico y cuáles no, y trabajar sobre estos últimos (Elzen *et al.*, 1996:124-126).

Los casos desarrollados por estos investigadores demostraron que un patrón histórico de relaciones sociales alrededor de tecnologías específicas constituía un factor muy importante en dirigir el subsecuente curso de la innovación tecnológica y detectaron la dinámica en el desarrollo de una RST cuando se trata de guiar el cambio tecnológico sobre las bases de prioridades sociales (Elzen *et al.*, 1996:128-131).

Inicialmente hay actores dedicados a construir la red que desempeñan papeles prominentes, éstos tienen que enrolar nuevos grupos de actores y adaptar la tecnología (en la medida de lo posible) a los deseos de los nuevos actores enrolados. Al hacer esto se introducen nuevos aspectos que codeterminan el curso del desarrollo tecnológico.

En este proceso las RST adquieren resiliencia y en algunos casos las características específicas de la tecnología pueden ser el pegamento que mantenga a varios actores juntos. Según Elzen *et al.*, esta representación de la dinámica debe refinarse para ser más específica acerca de lo que sucede con la tecnología, por ejemplo (1996:129):

1. Cuando se desea entender cómo los actores proceden a lo largo del proceso de desarrollo y uso de una tecnología no es suficiente verlos como una entidad simple con características específicas, ya que los patrones existentes de interacción con otros actores y con la tecnología (esto es dentro de las RST existentes) codeterminan su comportamiento.
2. Esas RST existentes muestran resiliencia, lo que implica que los patrones tienden a permanecer y, si hay cambios dentro de dichas RST que se consideren problemáticos para uno o más actores, lo más probable es que no sigan adelante.
3. Mientras más compleja es una RST (la complejidad medida en este caso como la inclusión de diferentes tipos de actores, cuyo interés en la tecnología deriva de diferentes campos), es más probable que un cambio en la tecnología sea problemático para alguno de los actores. Si esto se combina con lo señalado en el apartado anterior, implicaría que en RST muy complejas es probable que el cambio tecnológico tome lugar solamente con modificaciones relativamente pequeñas en el tiempo.

De ahí que, según Elzen *et al.*, inducir cambios dentro de redes existentes es probable que funcione sólo si se plantean cambios menores o, si un actor crítico permanece lo suficientemente firme en el cambio requerido.³⁸ Esto último es muy importante para las estrategias de grupos que se oponen a algunas tecnologías biológicas.

Así, iniciar una nueva RST podría traer cambios más radicales en el corto plazo pero se trata de una ruta más complicada; este camino podría resolver los problemas si la emergencia de la nueva red condujera a la desintegración de la antigua red (Elzen *et al.*, 1996:133). Al llegar a este punto dichos autores reconocen que el vocabulario conceptual desarrollado en su enfoque requiere posterior refinamiento y advierten sobre la necesidad de distinguir entre más tipos de actores y la necesidad de refinar

³⁸ Actores cuyo apoyo para la red es esencial pero que no puede ser garantizado (Elzen *et al.*, 1996:128).

sus conceptos para caracterizar la resiliencia y el papel que en ésta juega la tecnología.

En relación con la distinción entre actores, la utilización de algunos conceptos desarrollados en el análisis de redes sociales (ARS) como se verá posteriormente, tales como el de centralidad, puede ser de gran utilidad. Asimismo, puede haber traslapes interesantes con los planteamientos desarrollados en el enfoque del actor-red y de sistemas sociotécnicos para caracterizar a los actores y sus perfiles de acción y explicar la dinámica de la tecnología, distinguir sus fases y otras propiedades además de la resiliencia, tales como: convergencia, longitud e irreversibilidad de la red.

¿Pero sería posible hacer tales traslapes? Sí, si se considera que el enfoque de RST no niega la posibilidad de que la tecnología actúe, sino que está interesado en la parte intencional del proceso, es decir, en identificar a actores con capacidad de guiar a la tecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio. En ese sentido, la diferencia entre un actor no humano del actor-red y el actor humano de RST sería que este último puede ser una parte de un actor no humano que integra artefactos, conocimiento y actores humanos. Es decir, la diferencia sería el nivel de agregación. En cuanto a los mecanismos propuestos por Elzen *et al.*, para la emergencia de resiliencia en RST y en los cuales los actores están activos como procesadores de intermediarios, pueden ser vistos como una forma específica de translación (que es la operación que define la dinámica del actor-red).

A su vez, las propiedades de emergencia, convergencia y longitud de la red, que en el enfoque de actor red se relacionan con la dinámica interna de la red, pueden ser de utilidad para caracterizar la resiliencia en RST, que también se relaciona con su dinámica interna, lo que permitiría hacer hipótesis más definidas en RST; un punto importante es que en ambos enfoques algunas de estas características son consideradas como relacionales.³⁹ Por otro lado, especialmente en situaciones de estabilidad y periodos definidos, algunos conceptos y herramientas de ARS pueden ser de mucha

³⁹ Por ejemplo, la irreversibilidad (Callon, 1992:89).

utilidad, como una heurística para identificar a los actores con poder⁴⁰ y grupos con influencia; asimismo, como señala White, sus posibilidades de representación gráfica pueden ayudar a despertar “la imaginación sociológica” (2001).

Participación social en el desarrollo y uso de una tecnología

Los ensambles sociotécnicos revisados hasta el momento son de utilidad para los primeros dos objetivos de esta investigación:

- Analizar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la agrobiotecnología que tienen los actores que participan en su desarrollo y utilización en un país como México.
- Identificar los actores con capacidad de influir en el acceso a partir de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el contexto actual en el país.

¿Pero podrían ser de utilidad para el tercer objetivo: construir los escenarios en materia de propiedad intelectual y bioseguridad que mejoren el acceso a la agrobiotecnología por parte de los diferentes actores interesados en su desarrollo y uso como sus posibilidades para guiarla hacia objetivos de beneficio social más amplio?

De lo revisado hasta el momento queda claro que nuestra interrogante tendría problemas para cubrirse si se pensara que bastan algunas líneas de política resultantes de una investigación como la propuesta para guiar el cambio tecnológico: los estudios de tecnología muestran que esto no puede hacerse desde una perspectiva externa. Pero sería esperable que los primeros dos objetivos volvieran más explícitos a los actores que sí pueden hacerlo, sus principales características, los objetivos que persiguen y los caminos que están siguiendo.

El tercer objetivo tiene que ver con control e intervención del cambio tecnológico y con las posibilidades de que este proceso

⁴⁰ *Ibid.*, pp. 95-96.

se vuelva más democrático.⁴¹ Por ello la necesidad de explorar la forma que puede tomar la intervención y el control en enfoques cuya unidad de análisis son los ensambles sociotécnicos, los cuales evidencian el tejido sin costuras de la sociedad y la tecnología y su carácter socialmente construido, y muestran que existen múltiples posibilidades de influir en el desarrollo de una tecnología en todas sus etapas, aunque no necesariamente hacia objetivos de beneficio social más amplio.

En el marco de los ECyT se ha demostrado que el proceso de cambio es heterogéneo y que no existe un punto central desde el cual pueda ser dirigido; algunos autores prefieren utilizar la frase “guiar el cambio sociotécnico” para enfatizar que su dinámica no puede ser dominada desde alguna clase de perspectiva externa. La dinámica debe ser tomada como punto de partida para guiarlo hacia el objetivo de resolver aspectos problemáticos para la sociedad (Elzen *et al.*, 1996:96).

¿Cómo los enfoques discutidos tratan con control e intervención? ¿Qué forma pueden tomar el control y la intervención en los enfoques que usan los ensambles sociotécnicos como unidad de análisis? La filosofía de la ciencia trata con interrogantes acerca de la naturaleza de la tecnología, de sus impactos en el humano, la sociedad, la cultura y el ambiente. Desde hace poco, algunos autores han introducido aspectos de formación social de la tecnología, tratando de responder estas interrogantes (Feenberg, 1999:3-4; 2000:7-11). Se requiere un marco para analizar la emergencia, formado y desarrollo de ensambles; los estudios de argumentos éticos –hechos por proponentes y oponentes de una tecnología específica– así como los de normas técnicas y regulaciones pueden ser de gran utilidad.

En el enfoque de redes sociotécnicas se reconoce la posibilidad de ir formando a la tecnología a lo largo de su desarrollo y uso; asimismo, permite detectar la participación en el proceso de otros grupos sociales relevantes, como pueden ser organiza-

⁴¹ Se refiere a ampliar la base de participación en las actividades importantes para desarrollar y utilizar una tecnología.

ciones activistas y grupos de consumidores. Este tipo de ensambles sociotécnicos hace posible abrir la caja negra de la promoción y el control de una tecnología, mostrándolas como actividades que no son privilegio de gerentes, funcionarios o ingenieros, sino en las que cada vez más participan nuevos grupos sociales, incluidos los consumidores y permite un acercamiento a la manera de lograr un control más democrático de la misma.

El énfasis en el estudio de cómo se desarrollan los marcos regulatorios puede hacer más explícita la manera en que se involucran diferentes grupos sociales relevantes y es de particular interés para los objetivos de esta investigación, relativos al análisis de los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola, identificación de los actores con capacidad de influir en el acceso en el contexto actual en el país, así como los impactos esperados y la construcción de los escenarios para este propósito.

La inducción de cambios dentro de redes existentes puede funcionar si se requieren modificaciones menores para resolver el problema, o si los actores críticos permanecen firmes acerca de los cambios requeridos (Elzen *et al.*, 1996:132); para otros autores, democratizar la tecnología significa desafiar las formas prevalentes de tecnología y democracia (Feenberg, 2000:1-12; Levidov, 1998:211-212).

Desde mi punto de vista, la ampliación de la base de participación social en agrobiotecnología ya se está dando, y los cambios requeridos por los actores críticos no son menores; lo anterior no sólo amenaza la estabilización de la biotecnología, sino que enfrenta a todos los actores que participan –en actividades para su promoción y regulación– en la necesidad de buscar tanto nuevas formas de participación para quienes puedan ser beneficiados/afectados por la tecnología, como a la de encontrar maneras de establecer la representatividad de estos actores y de lograr consensos; pero muy especialmente, el imperativo de evaluar los efectos tanto de no instrumentar los desarrollos tecnológicos en cuestión, como de utilizar o no otras opciones tecnológicas. La mala noticia para países de menos desarrollo es que, lograr lo anterior

en el caso de tecnologías complejas basadas en ciencia, requiere tanto de instituciones democráticas como de actores con capacidad de argumentación técnica.

Análisis de redes sociales

El análisis de redes sociales (ARS) marca un derrotero en la investigación social que se ha desarrollado desde mediados de los sesenta,⁴² y estudia las relaciones específicas entre una serie definida de entidades (personas, grupos, organizaciones, países, eventos), a diferencia de los análisis tradicionales –que explican la conducta en función de los atributos de las entidades– y constituye una nueva orientación de la sociología estructural (Pizarro, 1998:327-399).

La idea básica que subyace a esta aproximación es que las estructuras de relaciones tienen un poder explicativo mayor que los atributos personales de los miembros que componen el sistema. Para algunos investigadores la perspectiva de redes permite que el ambiente social pueda ser expresado como patrones o regularidades en las relaciones entre unidades que interactúan (Wasserman y Faust, 1994:3). Según Wasserman y Faust, el ARS proporciona una manera precisa de definir conceptos sociales importantes, una alternativa teórica a la suposición de actores sociales independientes y un marco para probar teorías acerca de relaciones sociales estructuradas (1994:17).

El análisis de redes sociales permite a los investigadores estudiar no sólo a los actores sociales sino las relaciones entre estos actores (Wasserman y Galaskiewics, 1994:xii). El principal ras-

⁴² Freeman reporta que el primer trabajo sobre redes fue realizado por J. Almack; destaca, también, en la década de los treinta, J. Moreno, profesor de la Universidad de Stanford, con su libro pionero en sociometría. La escuela manchesteriana acuña el término redes sociales en sus estudios de antropología urbana en el África, particularmente C. Mitchell. Las aportaciones más significativas en la formulación matemática de la teoría de gráficas (grafos) y sus aplicaciones son las de F. Harary (Gil y Schmidt, 1999:191).

go distintivo es que el ARS se enfoca en las relaciones entre entidades sociales y en los patrones e implicaciones de estas relaciones (Wasserman y Faust, 1994:6). Así, en lugar de analizar comportamientos individuales, actitudes y creencias, el ARS enfoca su atención en entidades sociales o actores, en las interacciones entre ellos y en cómo éstas constituyen un marco o estructura que puede ser estudiada y analizada por su propio derecho. Según los autores, éstos son los principios que distinguen al ARS de otros enfoques de investigación (1994:xii).

Wasserman y Faust (1994:7) reconocen que, en adición al uso de conceptos relacionales que cuantifican estas interacciones, la perspectiva de redes sociales tiene una variedad de suposiciones acerca de los actores, las relaciones y la estructura resultante, tales como:

- Los actores y sus acciones son vistos como unidades interdependientes más que como unidades autónomas independientes.
- Los enlaces entre actores son canales para transferencia o flujo de recursos (ya sean materiales como dinero o no materiales como información, apoyo político, amistad o respeto).
- Los modelos de redes sociales se enfocan en individuos que ven al ambiente estructural de la red como algo que provee oportunidades o restricciones para la acción individual.
- Los modelos de redes conceptualizan la estructura (ya sea social, económica o política) como patrones durables de relaciones entre actores.

El rango de aplicaciones del análisis de redes sociales ha crecido exponencialmente a partir de los setenta y principios de los ochenta, época en que se desarrollaron los principales saltos metodológicos del ARS, de tal suerte que algunos lo consideran el paradigma interdisciplinar del siglo XXI (Pizarro, 1998:327-399; Wasserman y Galaskiewics, 1994:5-6).

Los métodos de análisis de redes proveen de proposiciones formales explícitas y medidas de propiedades de la estructura

social que podrían, de otra manera, ser definidos en términos metafóricos. Para frases como: “red de interrelaciones”, “redes de tejido muy cerrado”, “papel social”, “posición social”, “grupo”, “clique”, “popularidad”, “aislamiento”, “prestigio”, “preeminencia”, existen definiciones matemáticas a partir del análisis de redes sociales (Wasserman y Faust, 1994:17).

En este sentido, el ARS representa un complemento para el reconocimiento que han hecho los ECyT de la relación ciencia-tecnología-sociedad representándola con la metáfora de la red sin costuras (*seamless web*). El ARS permite matematizar y sistematizar esta metáfora. Así, posibilita medir estructuras⁴³ y sistemas que podrían ser casi imposibles de describir sin conceptos relacionales y proporciona pruebas de hipótesis acerca de propiedades estructurales. En el nivel más básico, un actor es una entidad social discreta (como un individuo) o colectiva (como una corporación). Es importante aclarar que en ARS el término de actor no implica, necesariamente, que la entidad tenga la habilidad de actuar (Wasserman y Faust, 1994:17).

Un enlace establece una relación entre dos actores y constituye una diada.⁴⁴ Muchas clases de análisis de redes se relacionan con entender el enlace entre pares y establecen a la diada como la unidad de análisis (Wasserman y Faust, 1994:18). En esta investigación, el acceso a la agrobiotecnología a lo largo de su desarrollo y uso fue analizado a nivel de par de actores, es decir como diada. Pero, de igual importancia para el análisis fueron los datos de atributos de los actores, lo que es consistente con lo que señalan Wasserman y Faust –relativo a que el ARS debe considerar a los actores y sus enlaces y que, además, puede incluir a los atributos de los actores (1994:21).

Por otro lado, cabe señalar que la participación de actores en actividades o eventos da lugar a redes de afiliación, que fueron

⁴³ Estructura: presencia de patrones regulares en las relaciones. Cabe señalar que, de acuerdo con Wasserman y Faust, las cantidades que miden estructura son las variables estructurales (1994:4).

⁴⁴ Conviene destacar que el enlace es inherentemente una propiedad del par y no se piensa que pertenezca simplemente a un actor individual.

de gran utilidad en el análisis de los aspectos regulatorios de propiedad intelectual y bioseguridad, así como para su visualización como principios políticos y de reestructuración. Una propiedad importante de las redes de afiliación es la dualidad entre actores y eventos.

Las redes de afiliación son una clase especial de redes sociales –de modo dos– que representan la afiliación de un conjunto de actores con un conjunto de eventos sociales; éstas difieren, de manera importante, de los tipos de redes sociales discutidas y requieren métodos e interpretaciones especiales; consisten de subconjuntos de actores más que simplemente pares de actores y permiten tener una perspectiva dual de actores y eventos a los que los actores están afiliados (Wasserman y Faust, 1994:291).

La participación en eventos proporciona a los actores la posibilidad de interactuar y de llegar a formar pares de actores (diadas). De igual suerte, cuando una persona participa en más de un evento es posible establecer un enlace entre los dos eventos. Una red de afiliación contiene información sobre colecciones de actores que son más grandes que pares, por lo que este tipo de redes no pueden ser analizadas totalmente observando pares o diadas de actores o eventos (Wasserman y Faust, 1994:294).

En este tipo de redes la dualidad se refiere específicamente a la perspectiva por la cual los actores están enlazados uno a otro por sus afiliaciones con eventos y, al mismo tiempo, a eventos que están enlazados por actores que son miembros de estos eventos. Analíticamente significa que se pueden estudiar los actores, los eventos o ambos. Existe un rango muy amplio de aplicaciones pero hay tres razones principales para estudiar redes de afiliación (Wasserman y Faust, 1994:295-297):

- Las afiliaciones de individuos con eventos proveen enlaces directos entre los actores y los eventos.
- El contacto entre individuos que participan en el mismo evento social provee condiciones bajo las cuales es más probable que ocurran enlaces directos entre individuos, es decir que abre la oportunidad para influencia interpersonal.

- Se puede ver la interacción entre actores y eventos como un sistema social que es importante estudiar como un todo.

Lo anterior permitió conceptualizar al cambio de una tecnología compleja como un sistema social resultado de la interacción de diferentes actividades –de I&D, de producción de la tecnología, de adopción y de promoción y regulación gubernamental y no gubernamental– realizadas por distintos actores. Tanto estas actividades como las de promoción y regulación están presentes a lo largo de todo el proceso con diferente intensidad, pero estas últimas están estrechamente ligadas a la posibilidad de formular políticas que influyan en la dirección de una tecnología (González y Zermeño, 1988).

Así, el desarrollo y uso de una tecnología compleja como la agrobiotecnología pudo ser representado como una red de actores afiliados a las actividades que son importantes para el desarrollo y uso de tecnologías, proceso que, sin ser lineal, no podría avanzar sin el intercambio de intermediarios entre ciertos actores clave.⁴⁵ De igual importancia para el desarrollo y uso de agrobiotecnologías fue conceptualizar a dichas actividades –en particular a las regulatorias– como *foci* que proveían condiciones para la formación de enlaces entre actores. De esta manera, los individuos cuyo quehacer giraba alrededor del mismo *focus* –en este caso de la misma actividad– tendían a estar interpersonalmente entrelazados y a formar clases específicas de patrones de redes.

Uno de los autores que ha contribuido con esta perspectiva es Feld,⁴⁶ quien argumenta que es importante examinar los contextos sociales más amplios o ambientes en los que surgen los enlaces de redes y las maneras en las que el ambiente influye patrones en la estructura de las redes.⁴⁷

⁴⁵ De ahí la importancia de que los actores involucrados tengan acceso a la tecnología.

⁴⁶ Citado por Wasserman y Faust 1994:297.

⁴⁷ Feld menciona los siguientes patrones: transitividad, balance o formación de clusters (*ibid.*:297).

Enfoque de la investigación

Los aspectos teóricos revisados fueron muy útiles para establecer el enfoque aplicado en la investigación, el cual parte del reconocimiento de la complejidad como una característica inherente de la agrobiotecnología, de donde se deriva la necesidad de ver a los actores como unidades interdependientes; éstos realizan intercambios de muy diferente tipo: conocimiento, dinero, prototipos en diferentes etapas, regulaciones, patentes, productos terminados, etcétera, y ven a la red como algo que provee oportunidades y restricciones para la acción individual. De igual modo, la estructura social, económica y política es conceptualizada como patrones durables de redes.

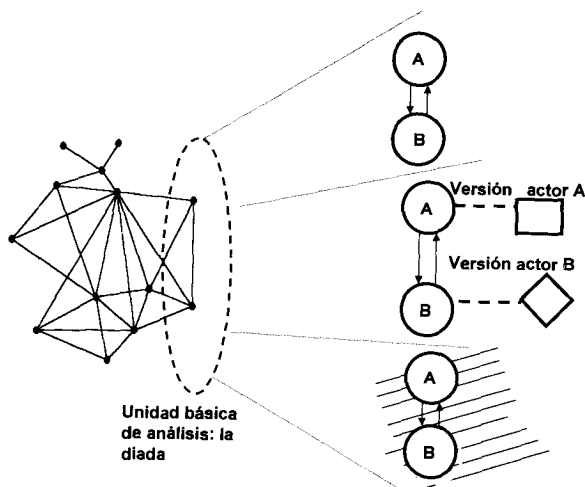
Para la conceptualización del desarrollo y uso de las agrobiotecnologías de la papa resistente a virus y del algodón resistente al ataque de insectos, el enfoque partió de los ensambles sociotécnicos, especialmente de las redes sociotécnicas de Elzen *et al.* Para la conceptualización relacional de la situación investigada también se tomó de estos autores el concepto de intermediario –cualquier cosa que fluya entre los actores y que guarde relación con el desarrollo o uso de la tecnología– y la visualización de los actores como procesadores de intermediarios. Para nuestros propósitos, la red se delimitó utilizando un enfoque nominalista. Lo anterior implicó echar mano de redes de afiliación; esto es, redes conformadas por actores afiliados a actividades importantes para el desarrollo y uso de tecnologías.

La interacción real de los actores fue verificada por investigación documental y de campo, y el acceso a la tecnología fue establecido como una variable relacional a partir de una variable de composición –en este caso, la variable de composición fue la capacidad de los actores para procesar los intermediarios intercambiados a lo largo del desarrollo o uso de la tecnología–, dichas variables fueron operacionalizadas considerando los recursos –humanos, técnicos, económicos y de organización– con que contaba el actor para procesar la tecnología mencionada.

El acceso fue conceptualizado como el mecanismo articulador y la esencia del desarrollo y uso de la tecnología; al establecerse que dependía tanto de las capacidades de procesamiento del actor, como de la disponibilidad de la tecnología en cuestión, queda claro que, en términos de ARS, el acceso era una propiedad del par, no de un actor, e iba a establecer el enlace entre ellos. En este sentido, el acceso permitió identificar diadas que fueron una de las unidades básicas de análisis en las redes utilizadas en esta investigación (y que a su vez se expresaron en matrices de modo uno).⁴⁸

Como se puede ver en la figura 1 el actor A envía la tecnología al actor B –lo que se registra como un intercambio de intermediarios. Para que exista el acceso, el actor B debe tener capacidad para procesar la tecnología que A le envió. El acceso se registró en la matriz correspondiente⁴⁹ como que existía (1) o no existía (0):

Figura 1.
Redes de actores



⁴⁸ Matriz con igual número de actores en las filas y en las columnas.

⁴⁹ En una red social, el conjunto de datos sobre los actores y sus intercambios se representa como una matriz.

es importante destacar que en esta investigación los enlaces no fueron relaciones ponderadas. En la segunda diada de la figura 1 la conceptualización del acceso incorporó aspectos de flexibilidad interpretativa de la tecnología considerados en Elzen *et al.*, como la visión que los actores de cada diada tenían respecto a la tecnología que intercambiaban, la cual no siempre coincidió.

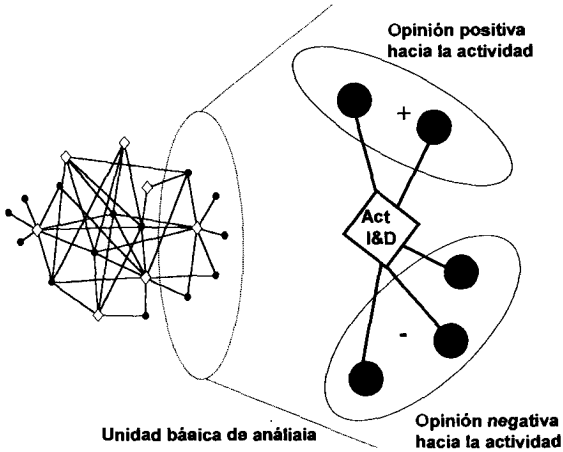
Los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso pueden afectar al par, tanto en el enlace (ambos aspectos pueden facilitar o impedirlo), como a nivel de las capacidades de procesamiento de los actores (pueden ser requeridas nuevas capacidades). A nivel agregado esto se puede reflejar en la inclusión o exclusión de ciertos actores en la red. Asimismo, los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad pueden manifestarse en el ambiente que rodea al par y afectar positiva o negativamente la percepción y actuación de los actores que participan en la diada (induciéndolos a romper o reforzar el enlace, a buscar nuevos enlaces con otros actores o a modificar sus capacidades de procesamiento de la tecnología), como se aprecia en la tercera diada de la figura 1.

Como se señaló, la racionalidad primaria que se siguió al construir las redes de afiliación fue modelar la relación entre actores y actividades como un sistema completo:⁵⁰ cada actividad a su vez fue vista como un *focus* en el que se podían generar visiones compartidas y enlaces que guiaran la actuación de ciertos actores en direcciones determinadas. Como se presenta en la figura 2, lo anterior pudo, además, ser complementado en el análisis del ambiente estructural de la red.

En síntesis, el ARS fue una herramienta de gran utilidad para analizar el acceso que pueden tener los diferentes actores durante el proceso de desarrollo y uso de una tecnología. Al conceptualizar el acceso como propiedad del par, el ARS permitió representarlo en gráficas que mostraban cómo el acceso articulaba a

⁵⁰ Se trata de una construcción para el análisis, pero no significa que el sistema realmente exista. Esto puede ser comprobado posteriormente utilizando algunas propiedades emergentes de la red tales como las de grupos cohesivos.

Figura 2.
Redes de afiliación



los actores; su análisis fue complementado con enfoques descriptivos y se incorporaron también atributos de los actores. Así, en una red de acceso, el ARS permitió establecer la estructura de red que debería existir para el desarrollo y uso de tecnología y compararla con la que realmente existía: es decir, quién debe estar conectado con quién, qué enlaces deben existir y cuáles no. Además, muchos de estos análisis pudieron ser representados gráficamente.

Pero es importante reconocer que el ARS proporciona una imagen de los actores y los enlaces que existen en un momento determinado y que el desarrollo y uso de una tecnología es un proceso de gran dinamismo; en éste los actores participantes –y sus interacciones– van a sufrir cambios inherentes al proceso en sí mismo, pero también por factores externos; además, la tecnología no sólo cambia al ser desarrollada por los actores, también sufre cambios cuando se utiliza. En este sentido, el lector debe tener presente que las redes analizadas tienen vigencia para periodos determinados.

Para contender con los cambios en el tiempo, en esta investigación se siguieron dos aproximaciones: se hicieron cortes a lo largo del proceso en etapas de cambios importantes en la red (o en el entorno) y se revisó, en forma paralela, la evolución de algunos factores, especialmente los relacionados con propiedad intelectual y bioseguridad a escala internacional y nacional (Suttor *et al.*, 1997:1-7).

El ARS permite estudiar propiedades estructurales de las redes como la centralidad, que en este campo se ha asociado con fuente de poder social (Mizruchi y Potts, 1998: 353-387). Para el propósito de esta investigación, identificar a los actores que están influyendo en el rumbo de la tecnología, fue importante considerar, además, que la centralidad de los actores varía en el tiempo y sus posibilidades de influir la dirección de una tecnología guardan además una estrecha relación con el tipo de actividad que realizan. Como se verá con más detalle, las actividades de promoción y regulación de una tecnología tienen gran influencia en establecer su rumbo; además, existen diversas propiedades estructurales de la red complejas, tales como las de los grupos cohesivos que se forman, así como las relacionadas con las posiciones estructurales de los actores involucrados.

Es importante aclarar que dada la multiplicidad de actores que intervienen y de actividades que realizan, en la investigación se puso mayor énfasis en interpretar propiedades de la red relacionadas con la identificación de grupos cohesivos, por considerar que aquellos actores que tienen enlaces directos entre sí tienen más oportunidades de influirse unos a otros⁵¹ y dar cuenta de la dirección de una tecnología; los grupos cohesivos se relacionaron siempre con las actividades en que participaban como tales.

La aplicación de este enfoque implicó una definición amplia de tecnología⁵² y el reconocimiento de que el proceso de cambio

⁵¹ Véase Mizruchi, 1994.

⁵² El concepto de tecnología ha sido usado ampliamente pero rara vez definido de manera clara. Desde la esfera técnica la tecnología puede ser vista como el conjunto de conocimientos organizados que son utilizados en la actividad pro-

para una tecnología dada —o familia de tecnologías— constituye un proceso histórico que no puede ser analizado de manera abstracta, disociándolo del entorno social, de las características de esa tecnología y al margen de su dinámica.

Dinámica de la agrobiotecnología

En la segunda mitad de los noventa, los debates relativos a si la agrobiotecnología representaba una evolución o una revolución para la agricultura empezaron a ser opacados por nuevos argumentos, pues comenzó a ser evidente que ésta impulsaba una etapa de integración vertical del sector agrícola, probablemente la mayor en su historia, que incluía la reestructuración de la industria semillera, así como el fomento de enlaces no tradicionales con otros sectores (Kalaitzandonakes, 1997; Shimoda, 1997). Esta manera en que se estaba desarrollando la agrobiotecnología en el mundo incrementaba la coordinación de las actividades importantes para desarrollar y utilizar innovaciones agrícolas, al colocar en el centro del proceso a los complejos agrobiotecnológicos.

Lo anterior hacía más rápida y eficiente la generación de innovaciones, pero también ponía de manifiesto una cada vez mayor convergencia en los criterios para desarrollar innovaciones agrobiotecnológicas, imprimiéndoles un fuerte sesgo hacia rentabilidad y posibilidades de apropiación legal, hacia el desarrollo de innova-

ductiva. Pero la tecnología puede ser analizada desde diferentes perspectivas y niveles: económico, social, micro y macro. Un aspecto debatido en torno a la definición del concepto y de gran interés para el análisis de esta investigación se refiere a qué tantos elementos no materiales incluye. Según Sundbo, se pueden identificar visiones extremas al respecto, que van desde que el concepto de tecnología sólo incluya los objetos materiales hasta que abarque a éstos, más el conocimiento y el pensamiento tecnológico que está detrás. El extremo opuesto para este autor es que el concepto de tecnología incluya además la organización del trabajo alrededor del uso de la tecnología, el manejo del proceso y la política tecnológica (1998:23). Es este concepto amplio de tecnología el que es de interés para el propósito de nuestra investigación.

ciones de tipo genérico para mercados amplios; esto alejaba las promesas de la biotecnología para la sustentabilidad y disminuía las posibilidades de acceso para países de menos desarrollo, con mercados de menor interés para la generación de innovaciones por parte de las transnacionales (Casas y Chauvet, 1994; Chauvet, 1995 y 1999). De igual suerte, conforme las innovaciones entraban al mercado, empezaron a perfilarse una serie de cuestionamientos y temores respecto de los efectos que podrían tener en la salud de la población, la alimentación, el ambiente, la práctica agrícola, la economía y la sociedad (Stirling, 1999).

Aun cuando algunos de los temores sobre los efectos de los OGM tengan bases más sólidas que otros, es importante destacar que tuvieron su origen en la academia desde principios de los setenta, cuando se demostró que era posible introducir información “a voluntad” de un ser vivo en otro muy alejado en la escala evolutiva y hacer que ésta se expresara. Desde entonces hubo una traducción de esos temores en acciones que fueron generando el conjunto de acuerdos, leyes, políticas y procedimientos que ahora se engloban con el término bioseguridad.

Estos procedimientos —en un principio muy estrictos— se fueron flexibilizando conforme los académicos, los funcionarios gubernamentales y las empresas se familiarizaron con el manejo de los organismos modificados genéticamente. El proceso de ninguna manera puede calificarse de simple y la concurrencia de múltiples factores lo transformó en un campo de batalla donde se han enfrentado intereses de muy diverso orden (Possas *et al.*, 1994:31), desde las argumentaciones de la industria acerca de cómo una regulación excesiva podría asfixiar a la agrobiotecnología, hasta los temores de los países de menos desarrollo de ser territorio de prueba de los organismos genéticamente modificados (OGM).

En la primera mitad de los noventa, sin embargo, se pensaba que en la medida en que los métodos de investigación, producción y pruebas de los organismos transgénicos se volvieran rutinarios, la regulación dejaría de tener el papel tan impactante que tenía en esa época (Possas *et al.*, 1994:101).

Pero en la segunda mitad de los noventa en lugar de terminar de “sellar la caja negra”⁵³ de las regulaciones en agrobiotecnología se desencadenó un conjunto de procesos, debates y conflictos de mayor magnitud que los anteriores. Actualmente diferentes grupos siguen luchando para que sus puntos de vista y argumentos sean considerados, entre los cuales destacan:

- Empresas multinacionales con capacidad de integrar un gran número de actividades importantes para el desarrollo y uso de tecnologías agroindustriales, en particular en agrobiotecnología (formación de complejos agrobiotecnológicos), con un claro control sobre la generación de innovaciones agrobiotecnológicas y criterios muy definidos: las innovaciones deben ser rentables económicamente y susceptibles de ser apropiadas ya sea por DPI o por sistemas de protección tecnológica.
- Gobiernos de países de diferentes grados de desarrollo, cada vez más disminuidos en su quehacer, que han desregulado las actividades agrícolas e industriales y se han enfocado al establecimiento de regulaciones que faciliten el acceso a nuevas tecnologías. Sin crear, en ocasiones, contrapesos y capacidades locales que redunden en un mejor manejo de las tecnologías que pretenden promover y regular.
- Productores agrícolas que utilizan las semillas transgénicas y obtienen ventajas de su utilización, pero cuyos productos comienzan a sufrir rechazos por parte de empresas alimentarias. Por otro lado, los productores de alimentos orgánicos, especialmente los de países de mayor grado de desarrollo, se han convertido en actores importantes en contra de los alimentos

⁵³ En teoría es posible descomponer cualquier objeto técnico y dar cuenta de sus elementos en términos de los propósitos que satisface, ya sea en materia de seguridad, velocidad, confiabilidad, etcétera. Las características del objeto técnico son resultado de una serie de negociaciones y de verdaderas luchas sociales, económicas, políticas, etcétera, que una vez que se estabilizan dejan de ser aparentes para quienes desarrollan o utilizan el objeto. A este proceso se le llama sellar la caja negra.

- de origen transgénico y han obtenido incrementos en volumen y valor en la demanda de productos orgánicos.
- Consumidores de países de más desarrollo que rehúsan adquirir los bienes y servicios de la agrobiotecnología. Los temores de la población sobre los posibles riesgos de las plantas transgénicas han permeado hasta los consejos de administración de las empresas e inciden directamente sobre el mercado, que es uno de los mecanismos de coordinación más importantes del proceso de desarrollo y uso de cualquier tecnología. Como en este caso el mercado está en formación, la percepción pública negativa ha tenido una gran influencia en sus principales usuarios: empresas alimentarias, supermercados, productores. De ahí que la percepción del público hacia esta tecnología se haya convertido en un tema de gran interés.
 - Organizaciones no gubernamentales (ONG) que realizan campañas en contra de esta tecnología biológica. Según avances teóricos recientes en la materia, hay una categoría especial de movimientos sociales –donde podrían quedar enmarcadas algunas ONG, como GreenPeace, que tienen su propia racionalidad y reflejan la incertidumbre que ha dominado a la sociedad moderna a raíz de las crisis ambientales. Este tipo de grupos sabe que sus acciones llenan los requisitos para ser clasificadas por los medios masivos como eventos relevantes; los medios masivos, a su vez, refuerzan su imagen de héroes modernos, una especie de cruzados que luchan contra empresas poderosas, lo que atrae la simpatía pública (Aerni, 1997).
 - Organismos públicos de investigación aplicada, especialmente de países de menos desarrollo, que habían emprendido proyectos en biotecnología agrícola en busca no sólo de avanzar en el conocimiento, sino también en el logro de beneficios sociales más amplios, interesados en impulsar marcos regulatorios que permitieran realizar experimentación para avanzar en las actividades de producción de las tecnologías desarrolladas por ellos, así como su posterior introducción en forma ampliada.

Los cuestionamientos y rechazos que han sufrido las innovaciones agrobiotecnológicas han dado como resultado retrocesos y replanteamientos en las estrategias de estos complejos, lo cual, si bien amenaza la estabilización de la biotecnología aplicada a la agricultura, ha producido resultados constructivos y de gran interés para la investigación social, ya que ha frenado la adopción ampliada de las innovaciones de primera generación, al cuestionar no sólo su utilidad para los diferentes actores del proceso de desarrollo y uso (especialmente los consumidores), sino también por encender una serie de “focos rojos” sobre los posibles efectos que algunas de estas innovaciones podrían tener en el ambiente y en la salud de la población.⁵⁴

Los efectos netos de estos cuestionamientos a escala internacional han generado una mejor apreciación tanto de la base sobre la que deben descansar los principios, leyes, políticas, procedimientos, reglamentaciones y normas para el uso seguro de los OGM, como de los impactos que puede tener en la investigación, y en el acceso de diferentes actores, el otorgamiento de DPI amplios sobre la materia viva, así como de la importancia de la biodiversidad en la generación de innovaciones y la necesidad de integrar al debate las voces de quienes poseen esa biodiversidad y la conservan.

Pero, muy especialmente, han puesto de manifiesto que, al menos en sociedades de mayor desarrollo, es posible ampliar la base de control de una tecnología compleja al introducir criterios que beneficien a una gama más amplia de actores, así como realizar esfuerzos concertados para detectar de manera temprana y mitigar los efectos negativos que resulten de su utilización ampliada.⁵⁵ Lo anterior, aunado a la sitio-especificidad de los efectos

⁵⁴ Las innovaciones de primera generación fueron impulsadas por la ciencia y son de interés para empresas y productores, pero no reportan mayores beneficios a los consumidores, quienes, por añadidura, son los que corren los riesgos.

⁵⁵ Existen voces, especialmente de grupos ambientalistas, que cuestionan seriamente la posibilidad de revertir la contaminación genética —especialmente en centros de origen— mientras los gobiernos no cuenten con capacidades reales para regular la biotecnología (ETC, 2002:24).

de las agrobiotecnologías, fue un elemento clave para delinear la interrogante que está presente a lo largo de esta investigación:

- ¿Habrá en México actores con capacidad de movilización⁵⁶ –y de abrir espacios de participación en actividades relacionadas con aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad– que busquen redefinir la dirección de la agrobiotecnología en función de objetivos de beneficio social más amplio?

Así, la motivación inicial de esta investigación cambió hacia la de: avanzar en el entendimiento de los aspectos que permiten guiar a esta tecnología para que a lo largo de su desarrollo y utilización en el país tengan acceso a ella los actores interesados y cuyos beneficios para sectores más amplios excedan los riesgos.

Este cambio de motivación es consistente con la demanda de expansión de la participación en la toma de decisiones, que según la Comisión Gulbenkian para la reestructuración de las ciencias sociales es mundial (Wallerstein, 1996:86). Además, al plantear el acceso de los actores interesados se intentaba superar una cierta noción acrítica de idoneidad de la tecnología *per se* que permeaba el planteamiento inicial, para reconocer que su demanda responde a la percepción de riesgos y beneficios de quienes van a utilizarla, pero que esa percepción refleja las restricciones y oportunidades del entorno. El que los beneficios excedan los riesgos será, finalmente, el resultado de ampliar la base en la toma de decisiones de la tecnología en función de consideraciones importantes para la salud, el ambiente, la práctica agrícola, etcétera.

Cuestiones epistemológicas

El proceso de desarrollo y uso de una tecnología compleja basada en avances científicos y tecnológicos como la agrobiotecnología es

⁵⁶ Capacidad de movilización de determinados actores para articularse con otros y alcanzar un alto grado de centralidad.

heterogéneo e involucra la interacción de aspectos técnicos, económicos, políticos, sociales, jurídicos y ambientales; su problematización rebasa claramente ámbitos disciplinarios e involucra distintos grados de análisis. Además, es difícil establecer *a priori* la naturaleza intrínseca de tales aspectos, de ahí que se utilice la metáfora del “tejido sin costuras” de la sociedad y la tecnología para representar las estrechas interacciones de dichos aspectos y las dificultades para identificarlos y delimitarlos.

En nuestro caso, las características de complejidad, apropiabilidad y riesgo han influido en la manera en que se ha desarrollado la tecnología; es decir, sus efectos reales y potenciales han generado procesos en países de más desarrollo en los que nuevos actores están ampliando la base de control de esta tecnología y reafirman la necesidad de analizar los efectos de una tecnología en la sociedad y la construcción de la tecnología por la sociedad como fenómenos complementarios, cuyo estudio permitirá avanzar en la creación de instrumentos para un control más democrático de la tecnología –y de la sociedad– (Bijker, 1995:256).

Pero en países de menos desarrollo estos procesos son menos claros y es posible distinguir la influencia de factores de tipo estructural que afectan las posibilidades de acción individual: “hay factores contra los cuales los actores no pueden hacer nada”.⁵⁷ Ese problema entre acción y estructura social se ubica, para algunos autores, en el corazón de las ciencias sociales y de la filosofía de las ciencias sociales. Para abordar este problema entre acción y estructura social puede ser de gran utilidad la noción de actor-red con sus diferentes acepciones, ya que combina y anula la distinción entre estructura y agencia (Law, 1999:1).

En esta investigación se analizaron diferentes enfoques de redes y se adaptó el de redes sociotécnicas. El desarrollo y utilización ampliada de la agrobiotecnología se representa como el resultado de la interacción de distintos tipos de actividades que reali-

⁵⁷ Comentario del doctor R. Dagnino en las Terceras Jornadas Latinoamericanas ESOCITE's, 1998, Querétaro, Qro.

zan actores,⁵⁸ quienes constituyen los nodos de la red y en su interacción intercambian diferentes intermediarios,⁵⁹ incluyendo la tecnología.

En el caso de México, analizar si los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad, pueden movilizar a actores con capacidad de guiar a la agrobiotecnología hacia objetivos de beneficio social más amplios, requiere conocer detalladamente acerca de quiénes toman las decisiones y cómo se puede ampliar esa base, teniendo siempre en mente que no se puede guiar una tecnología desde una perspectiva externa. La dinámica del cambio sociotécnico debe ser el punto de partida (Elzen *et al.*, 1996:96). Pero estudiar el desarrollo y uso de una tecnología con las características señaladas (de complejidad, apropiabilidad y riesgo), en México, eleva el problema del acceso a un primer plano.

En consecuencia, no obstante que el acceso ha sido estudiado por diferentes autores, en esta investigación hubo la necesidad de reconceptualizarlo como la esencia del proceso de cambio tecnológico y compuesto por aspectos de disponibilidad y capacidad de utilización de la tecnología.

El acceso de cada uno de los actores involucrados a lo largo del proceso es lo que articula el entramado donde se desarrolla y usa la tecnología: para que se desarrolle y utilice en forma ampliada debe estar disponible para el actor que la va a procesar (distribución) pero éste, a su vez, debe tener capacidad para procesar la tecnología en cuestión a fin de poder distribuirla a los siguientes actores que van a continuar con el proceso.

Para reconceptualizar el acceso de esta manera fue muy importante la primera salida de campo a la Sierra de Puebla,⁶⁰ ya

⁵⁸ Para Elzen *et al.*, en contraposición a lo que Latour, Law y Callon plantean en la teoría del actor-red, los actores son humanos ya sea que se consideren a escala individual o como grupo (1996:102).

⁵⁹ Un intermediario es algo que va de un actor a otro y viceversa, y constituye la forma y esencia de la relación entre ellos: tal es el caso de artículos científicos, software, artefactos tecnológicos, instrumentos, contratos, dinero, etcétera (Elzen *et al.*, 1996:103).

⁶⁰ Marzo de 1997.

que permitió observar las condiciones en que desde hacía algún tiempo vivían los productores de papa criolla en diferentes zonas de esa región, su acceso a diferentes factores de producción y lo que ellos percibían como sus necesidades. Al contrastar lo anterior con las características de las variedades de papa transgénica resistente a virus, que tenían como población objetivo precisamente a los productores de variedades criollas de menos recursos de la Sierra de Puebla, fue tomando cuerpo la necesidad de reconceptualizar el acceso como dependiente no sólo de la disponibilidad de tecnología; también era importante tomar en cuenta la capacidad de los actores para utilizarla (González y Chauvet 1997:79-90).

Asimismo, fue importante que en ese mismo año Edquist, desde un enfoque de sistemas de innovación, reconociera que: “No solamente es crucial la creación de nuevo conocimiento sino también su accesibilidad –es decir, su distribución y su utilización dentro de sistemas de innovación” (Edquist, 1997:16).

Al considerar que el acceso a una tecnología depende tanto de su disponibilidad, como de la capacidad que tienen para procesar esa tecnología, en particular, los actores interesados en la misma, se puede ver que las acciones emprendidas a escala gubernamental en México han puesto más énfasis en cuestiones relacionadas con facilitar su disponibilidad (regulaciones en materia de propiedad intelectual y bioseguridad), y mucho menos esfuerzo en el segundo componente del acceso: la capacidad del actor para procesarla.

En un país de menos desarrollo esa capacidad de los actores para procesarla, además de ser crítica, guarda estrecha relación con factores institucionales y estructurales que guían a los actores en sus actos; de ahí también la importancia de identificar y analizar dichos factores,⁶¹ así como de estudiar la influencia que

⁶¹ Según Casas y Chauvet “el grado de relevancia –de la biotecnología– para el Tercer Mundo dependerá de muchos factores; en primer término, de la identificación de problemas específicos que puedan ser resueltos a través de estas tecnologías, los tipos de recursos naturales disponibles, así como la naturaleza de la

en esta capacidad de procesamiento del actor, podrían tener las percepciones y prácticas institucionales en torno al uso seguro de la biotecnología, la protección del conocimiento y su promoción y control.

En el enfoque de redes utilizado, los componentes del acceso se representaron de la siguiente manera: las interacciones entre los nodos tienen que ver con cuestiones de disponibilidad de la tecnología y la capacidad de procesamiento del actor se localiza en los nodos; lo anterior permitió un mejor entendimiento del acceso a una tecnología. Se analizaron los factores y actores que influyen en el mismo, poniendo especial atención en los aspectos relacionados con propiedad intelectual y bioseguridad.

Por otro lado, es importante destacar que en esta investigación se puso énfasis en la intencionalidad del proceso de desarrollo y uso de la agrobiotecnología; es decir, en las posibilidades de guiar el rumbo de esta tecnología, influyendo la manera en que los humanos (individuos o grupos) interactúan con la tecnología y con ellos mismos.⁶² Pero ello no implica dejar de reconocer que la tecnología puede “actuar por ella misma”. Así, especialmente en la interacción con el ambiente pueden surgir efectos inesperados, donde la tecnología es otro actor y la intencionalidad del proceso puede aplicarse a la prevención y/o mitigación de tales efectos. Lo anterior es consistente con los avances de las ciencias sociales hacia un mayor respeto de la naturaleza (Wallerstein, 1999:84).

“Los filósofos solamente han interpretado el mundo en varias maneras; el punto, sin embargo, es cambiarlo”;⁶³ concentrar esfuerzos en la intencionalidad del proceso de desarrollo y uso de una tecnología, necesariamente conlleva una carga ideológica, que se manifiesta en los enfrentamientos entre los diferentes actores

infraestructura científica y técnica y la existencia de un marco de política capaz de establecer una estrategia en biotecnología” (Casas y Chauvet, 1994).

⁶² Elzen *et al.*, 1996:102.

⁶³ Se trata de una cita al trabajo de K. Marx “Theses on Feuerbach” (Mackenzie, 1984:502).

del proceso.⁶⁴ Esto ha sido muy evidente al analizar los conceptos de apropiabilidad y riesgo, trabajados por distintos autores y han recibido interpretaciones muy diferentes. En esta primera parte se resalta el carácter dual de ambos conceptos: como principio político y de reestructuración. Especialmente este último principio reconfirmó la propuesta de redes.

Biotecnología agrícola

El proceso de formación del doctorado en ciencias sociales de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, por su transdisciplinariedad, propicia un buen entendimiento de las conexiones y homogeneidades conceptuales que existen entre las diferentes especialidades vinculadas con la relación ciencia-tecnología-sociedad, así como de las limitaciones que presentan algunos estudios que tratan dicha relación, ya sea con un gran nivel de abstracción o partiendo de estudios de caso de tecnologías muy específicas.

Para contrarrestar el grado de abstracción, se presentan enseña algunos elementos para delimitar de qué campo tecnológico se está hablando en esta investigación, así como de sus principales características. El término biotecnología ha sufrido una gran evolución en las últimas décadas. Cuando se habla de biotecnología es común referirse a ella como una manera de hacer diversas cosas utilizando seres vivos⁶⁵ o componentes de ellos⁶⁶ y también es común hacer referencia a que está ligada a los orígenes de la humanidad. Pero el término, entendido como la utilización de seres vivos, sus partes agregados o componentes para producir bienes y servicios, ni engloba a todos los seres vivos, ni fue acuñado como tal desde que estos empezaron a utilizarse de manera intencional.

⁶⁴ Comentario del M.C. Rafael Calderón relativo a los avances de esta investigación presentada en el Seminario “El arte de investigar”, Doctorado en Ciencias Sociales UAM-Xochimilco, 20-21 de julio de 2000.

⁶⁵ Como los microorganismos utilizados para la elaboración de bebidas fermentadas.

⁶⁶ Como las enzimas que hacen posible la elaboración de quesos.

El término biotecnología empezó a adquirir *momentum* en los setenta. En aquella época, los seres vivos, sus partes, agregados o componentes utilizados en biotecnología tenían que ver principalmente con microorganismos y enzimas⁶⁷ y, aunque sus productos eran de aplicación multisectorial, su desarrollo y producción se circunscribían al sector industrial. Así, en este sector se habían generado numerosas aplicaciones en alimentos, salud, insumos agrícolas, minería y tratamiento de aguas, etcétera. De hecho, el país contaba en los setenta con una industria avanzada y balanceada en sus diferentes aplicaciones en el ámbito latinoamericano.⁶⁸

En este contexto de aplicaciones industriales —la mayor parte de ellas de uso contenido—⁶⁹ es en el que surgen las nuevas herramientas para manipular la información genética de los seres vivos de manera muy precisa. Las posibilidades que ofrecían estas metodologías eran muy amplias y sus efectos difíciles de anticipar, de ahí que a escala internacional los mismos científicos tuvieran la iniciativa, en 1974,⁷⁰ de establecer una moratoria voluntaria para la realización de ciertos experimentos que utilizaban las nuevas metodologías para la manipulación genética y sentaron las bases para el establecimiento de las primeras guías de bioseguridad a nivel laboratorio.⁷¹

Conforme se fue avanzando en el conocimiento de las nuevas herramientas y sus posibilidades y los diferentes actores se fue-

⁶⁷ Una enzima es una proteína con actividad catalítica capaz de acelerar una reacción bioquímica para lograr la síntesis o modificación de compuestos biológicos (Bolívar, 2001:333).

⁶⁸ Se refiere a que en México había industria de productos tradicionales, como las bebidas fermentadas y los derivados lácteos; como también industria productora de aminoácidos, vacunas, antibióticos y vitaminas (Quintero, 1994:3-6).

⁶⁹ Productos y procesos en donde la materia viva se confina en reactores y no se libera al ambiente.

⁷⁰ El acto en el que surge esta propuesta es conocido como la Conferencia de Asilomar.

⁷¹ En 1976 los National Institutes of Health (NIH) de Estados Unidos establecieron un conjunto de guías para la investigación con ADN.

ron familiarizando con ellas, los controles que se habían establecido para realizar experimentos se hicieron menos estrictos, de tal suerte que para 1981 las guías del NIH se habían debilitado lo suficiente para ser de poca importancia, al menos dentro de Estados Unidos. Así, en menos de una década, la manipulación de seres vivos utilizando técnicas de ADN⁷² a nivel laboratorio e industrial había pasado a ser un aspecto manejable por científicos, gobiernos y empresas; que no provocaba temores mayores en otros sectores de la sociedad. Pero no por mucho tiempo, ya que los avances en la manipulación de los seres vivos pronto incluyeron a las plantas⁷³ y, con ellas, a la agricultura.

Así, los aspectos de bioseguridad tomaron otra dimensión: ya no se trataba de microorganismos modificados por las nuevas técnicas a los que se buscaba mantener contenidos en matraces y reactores; los nuevos productos iban a ser plantas cuyo potencial económico y social requería de su liberación intencional en el ambiente.⁷⁴ La discusión en materia de bioseguridad empezó a involucrar nuevas preocupaciones y a abarcar nuevos actores y, aunque en la actualidad se ve distante un acuerdo entre ellos, ha habido diferentes etapas que se describen adelante con más detalle.

a) Delimitación de la biotecnología agrícola

El término biotecnología no tiene una definición de consenso, pero normalmente se acepta que tiene que ver con la utilización

⁷² El ADN^r es el conjunto de metodologías y herramientas moleculares que se utilizan para manipular *in vitro* (es decir en el tubo de ensayo), el material genético (ADN y ARN) de los organismos vivos. La ingeniería genética es sinónimo de metodología de ADN^r (Bolívar, 2001:334).

⁷³ En 1983, utilizando las nuevas metodologías de ADN^r, se demostró que era posible insertar información genética en una célula vegetal y hacer que se expresara.

⁷⁴ Cuando se realizaron los primeros experimentos en campo con plantas modificadas genéticamente en Estados Unidos, los controles eran sumamente estrictos: mallas protectoras para impedir el paso de insectos polinizadores e insectos vectores de enfermedades, drenaje especial en los terrenos de prueba, vestimenta especial de los científicos encargados de los experimentos, etcétera

de células, sus partes agregados o componentes para producir bienes o servicios. Pero aunque no todos los bienes y servicios producidos que utilizan a la materia viva o sus componentes son biotecnología, es un campo que se vuelve cada vez más amplio,⁷⁵ de tal suerte que desde hace algunos años fue necesario pasar a otro grado de clasificación que guarda relación con los sectores donde se aplica. Así, se habla de biotecnología: alimentaria; ambiental; farmacéutica; agrícola. Sin embargo, esta última denominación no es de amplia aceptación entre los científicos que desarrollan investigaciones relacionadas con la modificación genética de plantas en el país; ya que ellos prefieren el término biotecnología vegetal.⁷⁶ No obstante, los términos agrobiotecnología y biotecnología agrícola son más utilizados entre científicos sociales que estudian sus impactos.⁷⁷

Por lo anterior, para delimitar el campo es importante distinguir además el tipo de técnicas que se utilizan para manejar las células, sus partes agregados o componentes. Para propósitos de esta investigación cuando se habla de biotecnología agrícola se involucra fundamentalmente al conjunto de metodologías de desarrollo reciente que permiten manipular el material genético —extraerlo de la célula o introducirlo, cortarlo, pegarlo, leerlo, sintetizarlo o amplificarlo—⁷⁸ para obtener OGM, en especial plantas modificadas. Por supuesto, la biotecnología agrícola también involucra otro tipo de metodologías y técnicas donde no se ma-

(comunicación personal del doctor Winston Brill, científico que realizó la primera prueba para liberar en campo —a escala experimental— una planta transgénica).

⁷⁵ Conforme el avance científico y técnico ha extendido la manipulación a diferentes tipos de seres vivos.

⁷⁶ La biotecnología vegetal abarca al tipo de técnicas de cultivo *in vitro* y los procesos biológicos para mejorar las propiedades de las plantas (Casas, 1993:45). Se trata de una definición que abarca un área de investigación donde es necesario especificar las aplicaciones y usos.

⁷⁷ Es importante aclarar que atendiendo a las definiciones de ambos términos no se trata de sinónimos, más bien la biotecnología agrícola constituye un subconjunto de la agrobiotecnología.

⁷⁸ Tomado de López-Munguía, 2000:15.

nipula el material genético y que permiten desarrollar diferentes productos y procesos, pero ese tipo de biotecnología agrícola no se abarca en esta investigación.

Es importante aclarar lo anterior porque son los OGM y sus características los que han despertado controversias en torno a la seguridad en su utilización y liberación al ambiente; asimismo son las posibilidades de apropiación legal de los OGM las que impulsan reestructuraciones en industrias como la semillera, con repercusiones importantes en materia de seguridad alimentaria y acceso a la tecnología especialmente para países de menos desarrollo.

De ahí que después de quince años de haber realizado la primera liberación al ambiente de un OGM, exista preocupación entre amplios sectores de la sociedad –principalmente en sociedades como la europea– sobre los posibles efectos de los OGM; en la tabla siguiente, se presenta una clasificación amplia de Stirling sobre esos posibles efectos.

*Los posibles efectos de los Organismos
Genéticamente Modificados*

Clase de efecto	Ejemplo
AMBIENTE	
Biodiversidad	Interfase con ecosistemas, otros riesgos ambientales
Uso de químicos	Utilización de herbicidas de contacto <i>vs.</i> herbicidas con efectos residuales y disminución de insecticidas que contaminan agua y aire
Contaminación genética	Flujo génico a otros cultivos y flora nativa
Efectos en la vida silvestre	Impacto de los nuevos métodos de control de plagas en la vida silvestre, en otras prácticas agrícolas que afecten vida silvestre valiosa para los sistemas agrícolas
Efectos inesperados	No previstos bajo este tipo de esquema
SALUD	
Alergenicidad	Alimentos para consumo humano
Toxicidad	A la salud humana o animal
Nutrición	Alimentos con nuevas propiedades
Efectos inesperados	Interacción entre ingredientes, estabilidad de la inserción genética

Clase de efecto	Ejemplo
AGRÍCOLA	
Control de plagas	Voluntarios invasivos y parientes silvestres
Estabilidad en el suministro de alimentos	Sustentabilidad, tendencia al monocultivo y seguridad alimentaria
Práctica agrícola	Derechos de los agricultores, capacitación, recursos requeridos, sustitución de prácticas tradicionales
ECONÓMICO (PROS Y CONTRAS)	
P/el consumidor	Precios a nivel detalle
P/el productor	Rendimiento, valor agregado, costos de insumos y de producción. Nuevos productos
P/el procesador	Utilidad, aceptación de los productos
Socioeconómicos	Sustitución de productos de países de menos desarrollo, acceso a la tecnología para pequeños productores
SOCIAL	
Individuos	Elección de los consumidores, transparencia, accesibilidad, participación
Instituciones	Concentración de poder, confianza institucional, complejidad regulatoria
Necesidades sociales	Oportunidades, costos de oportunidad, mal uso de la ciencia, empleo, calidad de vida
ÉTICO	
Principios fundamentales	Cuidado a la naturaleza, a los animales
Generación de conocimiento	Privatización, variedad, arrogancia de los científicos, multidisciplinariedad

FUENTE: Con base en Stirling, 1999:10.

En este listado hay efectos que son claramente positivos para algunos actores y negativos para otros pero, en la mayor parte de los casos, no se trata de un juego suma cero. El punto crucial para Stirling es que muchas de las diferentes clases de impacto son cualitativas en naturaleza. Incluso en el caso donde sean posibles algunos esfuerzos de cuantificación –bajo una dimensión individual–, los valores resultantes serán inconmensurables en el sentido de que no podrán ser reducidos fácilmente –o de manera no ambigua– a una medida simple de desempeño. Además, Stirling

destaca que la prioridad relativa asociada a las diferentes dimensiones del riesgo es, estrictamente, un asunto de juicios de valor subjetivos (1999:9-12).

Muchos de estos posibles efectos no tienen precedente, de ahí que hayan despertado gran interés en la sociedad y generado controversias incluso entre los mismos científicos de las ciencias naturales, como es el caso de efectos inesperados en el ambiente; de hecho, los posibles efectos negativos en la biodiversidad han despertado gran interés también en países de menos desarrollo como México. Por otro lado, algunos posibles efectos en la salud, como es el caso de los marcadores de selección de resistencia a antibióticos,⁷⁹ han provocado más interés en sociedades como la europea.

b) Características de la agrobiotecnología

Desde el primer capítulo se ha insistido en tres características de la biotecnología agrícola que resultan de particular interés para esta investigación, a saber: complejidad, apropiabilidad y riesgo:

- Los procesos para su desarrollo son complejos, pero también puede ser compleja su utilización *per se*.
- Las agrobiotecnologías son susceptibles de ser apropiadas tanto de derecho (mediante diferentes esquemas de propiedad intelectual) como *de facto* (utilizando diversos sistemas de protección tecnológica).
- Los productos y procesos agrobiotecnológicos pueden ser percibidos como riesgosos por diferentes actores.

⁷⁹ Cuando se construye un transgén se requiere de una serie de componentes para que su integración y expresión en las células de la planta sean exitosas, a saber: genes de interés, genes marcadores de selección, genes promotores y una secuencia de terminación. Los genes marcadores de selección permiten identificar las células de las plantas o tejidos que han integrado de manera exitosa el gene de interés. Los genes marcadores codifican proteínas que proveen resistencia a agentes que son normalmente tóxicos para las plantas, tales como antibióticos o herbicidas.

La primera es la única característica que puede ser considerada como inherente a este tipo de biotecnología, ya que las otras dos resultan de una serie de decisiones tomadas por diferentes actores que participan en el desarrollo y uso de esta tecnología que pueden ser tanto revertidas, como reforzadas. En la situación actual, estas características de apropiabilidad y riesgo tienden, además, a incrementar la complejidad de la biotecnología agrícola, desde su desarrollo hasta su utilización ampliada.

Pero no se trata de eliminar aspectos regulatorios en materia de bioseguridad para reducir la complejidad de esta tecnología y favorecer su utilización sin control; se trata de establecer nuevos criterios para la identificación de oportunidades de desarrollo que incorporen las preocupaciones expresadas por diferentes actores acerca de los posibles efectos de estas innovaciones en la salud, el ambiente, la práctica agrícola, la economía y la sociedad; es decir, se trata de analizar las posibilidades que existen de ampliar la base de participación social a lo largo del desarrollo y uso de este tipo de tecnologías, que hagan posible su reorientación hacia objetivos de beneficio social más amplio.

El manejo de los aspectos de apropiabilidad y riesgo, además, plantea requerimientos en materia de recursos y organización que están incrementando la complejidad a lo largo del desarrollo y uso de las agrobiotecnologías, lo cual provoca efectos sociales importantes, tanto a nivel individual como institucional. De particular interés para un país como México son los posibles efectos en materia de complejidad regulatoria, en la confianza hacia las instituciones, en la concentración de poder de diferentes actores, en el derecho a elegir de los consumidores, en la participación de individuos y grupos en el control de dicha tecnología y en el acceso a la misma.

En la tabla siguiente se presentan cuatro grandes categorías de productos de la biotecnología agrícola y los procesos para su obtención. La categoría III engloba a productos simples obtenidos mediante procesos complejos (como los involucrados por las nuevas técnicas de la biotecnología), pero que no son perci-

bidos como riesgosos; esto es, productos que no utilicen construcciones genéticas percibidas como problemáticas.⁸⁰ Las plantas así obtenidas podrían, a su vez, ser utilizadas en procesos simples de retrocruza o propagación clonal, lo que daría lugar a productos obtenidos por procesos simples como los englobados en la categoría I.

Las categorías I y III son las que tendrían mayores posibilidades de revitalizar secrores primarios tanto en países desarrollados como en los de menos grado de desarrollo, ya que no habría razón, en principio, de que fueran percibidas como riesgosas, por lo que no se requeriría una infraestructura compleja de evaluación y control. En términos de propiedad intelectual se bus-

*Categorías de productos de la Biotecnología Agrícola
y procesos para su obtención*

CATEGORÍA I <i>Productos simples a partir de procesos simples</i>	CATEGORÍA II <i>Productos complejos a partir de procesos simples</i>
Plantas obtenidas a partir de plantas modificadas que no presentan riesgos ni requieren controles en materia de apropiabilidad.	Plantas obtenidas a partir de plantas transformadas por las nuevas técnicas pero que son percibidas como riesgosas o con problemas de apropiabilidad.
CATEGORÍA III <i>Productos simples a partir de procesos complejos</i>	CATEGORÍA IV <i>Productos complejos a partir de procesos complejos</i>
Plantas modificadas por la Biotecnología moderna pero que no son percibidas como riesgosas ni requieren controles mayores para efectos de apropiabilidad	Plantas modificadas por la Biotecnología moderna que son percibidas como riesgosas o requieren controles mayores para efectos de apropiabilidad

Fuente: Adaptado de R. Rycroft y D.E. Kash.

⁸⁰ Se refiere a promotores y marcadores de selección que estén siendo cuestionados.

caría que estos productos no tuvieran restricciones –aplicaciones de tecnologías que no fueran de interés para los que posean los derechos de la tecnología, aplicaciones del dominio público, etcétera–, por lo que no requerirían de los complejos controles que actualmente son necesarios para garantizar una apropiación *de facto* a quienes poseen los derechos legales.

El caso de la papa resistente a virus, hasta hace poco tiempo podía ser clasificado en el cuadrante III –y su utilización ampliada mediante cultivo de tejidos vegetales podría ser englobada en el cuadrante I–; sin embargo, por cambios recientes en la percepción del riesgo en torno a los productos resistentes a virus, su utilización podría requerir una serie de controles que llevarían al producto a ser reclasificado en el cuadrante IV.

En ese sentido, el curso que han tomado las aplicaciones de la nueva biotecnología encuadra mejor en las categorías II y IV: los productos transgénicos desarrollados se perciben como productos que ofrecen riesgos en múltiples frentes: la salud, el ambiente, la práctica agrícola y requieren de instituciones más complejas –recursos con un nuevo perfil y organizados de diferente manera, con mucha coordinación horizontal– tanto para su evaluación *ex ante*, como para su seguimiento. Los sistemas de control para garantizar una adecuada apropiabilidad para quienes invierten en su desarrollo, han generado una gran reestructuración de la industria semillera y han planteado además la utilización de sistemas de protección tecnológica inaceptables para una serie de prácticas muy arraigadas entre los productores agrícolas.⁸¹

De lo anterior es posible observar que el desarrollo de un producto agrobiotecnológico es un proceso de gran complejidad: el desarrollo de una innovación –como lo puede ser una planta de algodón que resiste el ataque de insectos– requiere de especialistas y recursos técnicos abundantes, en comparación con los que serían necesarios si se utilizaran enfoques más tradicionales para el mismo propósito. Pero no se trata únicamente de su desarrollo;

⁸¹ Se refiere al controvertido sistema de protección tecnológica conocido como *terminator*.

también su utilización en campo requiere de recursos y organización con mayor grado de complejidad que los que son necesarios para innovaciones obtenidas por métodos más tradicionales.

Esta mayor complejidad en los recursos y organización que se requieren para su desarrollo y utilización se incrementa por el hecho de que las innovaciones agrobiotecnológicas pueden ser apropiadas legalmente por diferentes mecanismos de protección a la propiedad intelectual, que son de mayor cobertura y alcance que los que pueden ser aplicados a innovaciones agrícolas más tradicionales.

Por otro lado, la percepción de los posibles riesgos que entrañan las innovaciones agrobiotecnológicas para la salud, la práctica agrícola, el ambiente, la economía y la sociedad, han dado lugar a una gran movilización de diferentes actores en torno al establecimiento de nuevas regulaciones nacionales e internacionales para el uso seguro de las agrobiotecnologías. El establecimiento y operación de marcos regulatorios en materia de bioseguridad ha contribuido también a incrementar la complejidad del proceso de desarrollo y uso de la agrobiotecnología.

Desarrollo y uso de la agrobiotecnología

A lo largo de esta investigación se abordan los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola, a escala macro –en el plano internacional y nacional– y a escala micro –con el caso de la papa resistente a virus y del algodón resistente a insectos.

En ambas escalas el cambio tecnológico se visualizó como “embebido” en macroprocesos económicos, políticos, sociales y ambientales, con consecuencias que dependen del comportamiento actual de actores y del ambiente y que tiene lugar en una sociedad en la que la historia de cambios relacionados puede afectar el cambio tecnológico en cuestión.⁸²

⁸² Adaptado de Berg, 1998:465.

El proceso de desarrollo y utilización ampliada de agrobiotecnologías es el resultado de actividades que requieren no sólo de más recursos, con una mayor sofisticación, sino también de una organización diferente a aquella en la que se han desarrollado y producido el grueso de las innovaciones en agricultura. Se trata de una organización diferente, de mayor complejidad y en la que participan nuevos actores.

En efecto, a escala mundial han surgido movimientos sociales emergentes tales como los encabezados por organizaciones no gubernamentales (ONG) de diversa índole, que buscan tener un mayor control sobre dicho proceso, y que empiezan a desempeñar un papel de contrapeso, frente a los criterios para el desarrollo de innovaciones agrobiotecnológicas que están siguiendo los grandes complejos agrobiotecnológicos en el mundo. Una de las maneras de actuar de estas organizaciones es a partir del público consumidor, tratando de influir en sus preferencias, otra es mediante el marco legal existente buscando huecos que permitan fincar demandas o poner en evidencia las carencias regulatorias y capacidades de los funcionarios públicos encargados de regular o promover esta tecnología.

Los avances de las ONG en cambiar el curso del desarrollo tecnológico en agrobiotecnología a escala internacional, y las maneras en que actúan, ponen de manifiesto no sólo algunos de los diferentes puntos por medio de los cuales es posible guiar el cambio tecnológico, sino también que los grandes complejos agrobiotecnológicos tienen “talones de Aquiles” y que, mediante este tipo de organizaciones, la sociedad puede tener una participación cada vez mayor e interactiva en guiar su desarrollo hacia objetivos de beneficio social más amplio.

Otro conjunto de actores que participa en la regulación y promoción del cambio tecnológico es el de funcionarios públicos y legisladores. La agrobiotecnología es una tecnología compleja tanto en su desarrollo como en su uso, y las preocupaciones sobre sus posibles riesgos y la necesidad de establecer marcos regulatorios o políticas de promoción adecuadas pasaron de ser

una preocupación académica, a ser del interés de los medios de comunicación masiva en muy poco tiempo en el país y, salvo contadas excepciones, tanto funcionarios públicos como legisladores han mostrado poca capacidad para manejar el debate de la agrobiotecnología de una manera acertada.

La agrobiotecnología entraña una mayor complejidad regulatoria y una mayor responsabilidad en su promoción. No sólo se requiere de más recursos de mayor calificación, sino de organizarlos de manera diferente. La preparación de los encargados de regular la biotecnología a nivel público debe ser continua y los marcos regulatorios flexibles, para traducir el avance científico y tecnológico en la materia en medidas concretas. Una percepción adecuada de los funcionarios involucrados sobre los posibles riesgos y beneficios de la biotecnología incide no sólo en su quehacer, que es muy importante, sino que permite establecer márgenes correctos de actuación para los diferentes grupos interesados en su control.

De ahí que el cambio tecnológico en esta disciplina se haya representado como el resultado de una serie de actividades –de diferentes tipos– que realizan actores; éstas tienen retroalimentaciones e interconexiones y su naturaleza e importancia relativa va cambiando en el tiempo, a saber: actividades de investigación y desarrollo,⁸³ de producción y puesta a punto de la tecnología,⁸⁴ de adopción y

⁸³ Es el trabajo creativo llevado a cabo sobre una base sistemática con el fin de incrementar el acervo de conocimientos para la resolución de incertidumbre científica o tecnológica, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de este acervo de conocimientos para inventar nuevas aplicaciones. Es necesario que en esta actividad esté presente un apreciado elemento de novedad. Esta tarea es llevada a cabo por organizaciones de investigación con financiamiento gubernamental o privado, ya sea que pertenezcan a empresas o centros de investigación universitarios.

⁸⁴ Se refiere a un amplio rango de actividades que busca, de manera sistemática, convertir el trabajo hecho en I&D en una producción comercial. Es decir, todo aquello que es necesario para que una tecnología sea operable (puesta a punto). Se trata de tareas no sólo de tipo ingenieril, que involucran la participación de empresas, de instituciones de tipo regulatorio, etcétera; éstas son funda-

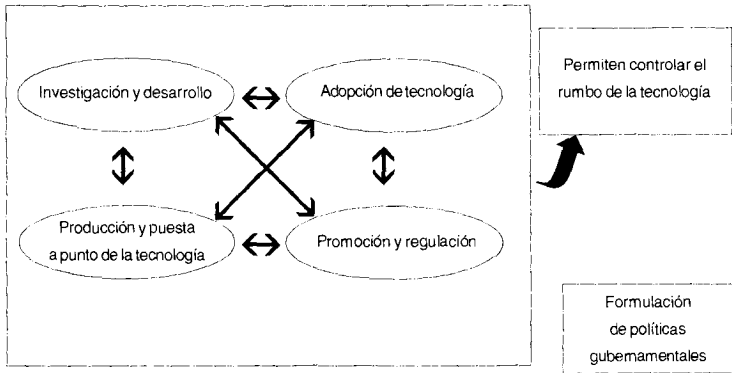
difusión de tecnología,⁸⁵ así como de promoción y regulación (véase figura 3).⁸⁶ Al enfocar el análisis en los cuatro grandes tipos de actividades, sólo se está tratando de agrupar aquellos actores e interacciones que poseen un mayor número de características en común.

mentales para que una tecnología basada en ciencia esté en condiciones de ser introducida a escala comercial, es decir para innovar.

⁸⁵ Actividades relacionadas con la introducción de la tecnología en el mercado desde la primera vez (innovación) hasta su eventual difusión o uso generalizado. Es decir abarca el recorrido que sigue una tecnología para alcanzar su mercado potencial. Es típico ilustrar este proceso con una curva "S", con el tiempo en el eje de las "X" y el mercado potencial de la tecnología en el de las "Y". Este tipo de representación es ilustrativa de la introducción y difusión de innovaciones radicales. En muchos casos el mercado potencial de estas innovaciones puede alcanzarse gracias a las mejoras que se le hacen a la tecnología durante su uso (innovaciones incrementales), ya sea como respuesta a mejoras técnicas, demandas sociales o como respuesta a cambios en las condiciones del mercado. En el caso de las plantas modificadas genéticamente la curva "S" se ha estancado en la emergencia, no ha podido crecer como lo habían proyectado sus proponentes. En estas tecnologías las relaciones son mucho más complejas y las innovaciones que se requieren para mejorar su aceptación no son una cuestión cosmética, implican un retorno hasta el fundamento mismo de la tecnología, es decir, las actividades de I&D. En esta actividad participan principalmente las empresas, agencias gubernamentales, consumidores, etcétera. Pero también se requiere de una interacción dinámica con actividades de I&D y de puesta a punto.

⁸⁶ El control de una tecnología se realiza a partir de una serie de actividades de promoción y regulación que deben estar presentes a lo largo de todo el proceso de desarrollo y uso. Estas actividades se llevan a cabo de manera "transversal" en las actividades antes mencionadas con diferente matiz. Pueden ser de carácter gubernamental y no gubernamental y llevarse a cabo de manera directa e indirecta. Por ejemplo, hay promoción en la I&D mediante los financiamientos de proyectos (Conacyt, Nafin, etcétera), hasta la formación de recursos humanos; en la puesta a punto se deben atender las regulaciones y normas para cubrir ciertas especificaciones o parámetros. En la adopción, como ya se mencionó, hay incentivos para que las empresas inviertan, hay regulaciones que protegen a los consumidores, etcétera. En la promoción y regulación de una tecnología han participado tradicionalmente los gobiernos (mediante programas, políticas, leyes y regulaciones), las empresas (haciendo cabildeo para lograr apoyos y regulaciones favorables que les permitan operar) y las asociaciones técnicas (asesorando a formuladores de política, legisladores y agencias regulatorias). Recientemente sin embargo, en el caso particular de la biotecnología han empezado a participar

Figura 3.
Cambio tecnológico



Cada tipo de actividades necesarias para el desarrollo y uso de una tecnología basada en ciencia se podría visualizar a su vez como una red con nodos e interacciones que les son característicos y como el resultado de la interacción de muchos actores en el largo plazo, cada uno persiguiendo objetivos específicos, que dan lugar al intercambio de múltiples intermediarios en diferentes lugares, siguiendo reglas que no son únicamente las del mercado. De ahí la importancia del acceso a la tecnología por parte de los diferentes actores.

Al enfocar esta investigación a las actividades importantes para desarrollar y usar una tecnología en forma ampliada se puede destacar, por un lado, el gran número de ellas que actualmente concentran los grandes complejos agrobiotecnológicos, lo cual se traduce en una gran convergencia de objetivos y en una mayor velocidad en el proceso de producción y difusión de innovaciones, en comparación a lo que se tenía antes. Por otro lado, permite entender de mejor manera el nuevo papel que gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales están desempeñando en las acti-

nuevos actores, tales como ONG ambientalistas y organizaciones de consumidores que están cuestionando la seguridad de las plantas transgénicas e incidiendo en aspectos regulatorios (regulaciones cada vez más estrictas).

vidades de promoción y control de una tecnología, incluidas las relacionadas con propiedad intelectual y bioseguridad.

El hecho de que la biotecnología esté fuertemente basada en ciencia, y hasta el momento desarrollada como un conjunto de tecnologías genéricas de amplia aplicación (más que a partir de investigaciones adaptadas a requerimientos locales) dio la pauta para la utilización de enfoques y conceptos generados o aplicados en estudios de sectores industriales fundamentalmente.

El enfoque de redes sociotécnicas ofrece valiosas sugerencias acerca de las posibles maneras de guiar el desarrollo tecnológico sobre prioridades sociales. Los actores recombinan los intermediarios que entran, los procesan y los envían como nuevos intermediarios (a otros actores en la red). Los actores se caracterizan por la naturaleza de este proceso de recombinación (Elzen *et al.*, 1996:104).

Este último enfoque, de visualizar al actor como procesador de intermediarios, dio la pauta para representar el acceso a la tecnología en los elementos básicos de la red: los nodos y sus interacciones. En un enfoque de redes sociotécnicas, el acceso se puede descomponer en dos partes: por un lado, la tecnología debe estar disponible (distribución) y, por el otro, el actor debe poder utilizarla, lo cual depende de su capacidad para procesarla.

A manera de ejemplo, la disponibilidad se puede ver afectada, tanto por factores técnicos —el caso de ciertas variedades de papa para resistencia a virus en donde la expresión de la modificación genética fue muy baja—, y económicos, mercados muy pequeños que no permitirían una adecuada recuperación de la inversión que requiere la agrobiotecnología; y por cuestiones regulatorias —el hecho de que las plantas transformadas estén protegidas por patentes o algún tipo de protección legal, o limitadas por aspectos de bioseguridad.

El segundo componente del acceso, que es la utilización, depende de la capacidad de procesamiento del actor. Tanto en el caso de papa resistente a virus, como en el de algodón resistente a insectos, la tecnología dista de estar incorporada en la semilla, requiere de un “paquete tecnológico” que capacite al productor para su utilización adecuada, así como la preservación de su va-

lor de uso. Esto tiene que ver con recursos a nivel de nodo y con organización.

Variables que afectan el acceso

Aun cuando de entrada se reconoce que el acceso puede ser afectado por múltiples aspectos, este trabajo destaca los efectos de dos: propiedad intelectual y bioseguridad. Los resultados de investigaciones que han hecho referencia a ambos –pese a que han sido realizados para otros sectores y contextos– concuerdan en que es importante el acceso a tecnologías biológicas para diferentes grupos de actores de países de menos desarrollo.

La propiedad intelectual y la bioseguridad fueron visualizadas desde hace algún tiempo como prerequisites para el acceso a la nueva biotecnología aplicada a la agricultura. Lo anterior ha dado como resultado que países como México –que reconocían de entrada su escasa participación en el desarrollo de tecnología biológica– iniciaran esfuerzos para modificar leyes, reglamentos y normas en la materia y realizaran esfuerzos en adecuar sus instituciones para poner en vigor el nuevo marco regulatorio que facilitaría la adquisición de las agrobiotecnologías, es decir, se puso énfasis en la disponibilidad, primer componente del acceso. Pero se ha puesto mucho menos esfuerzo en el otro componente: la capacidad del actor para procesar la tecnología y la influencia que podría tener la percepción de los actores y las prácticas institucionales en torno al uso seguro de la biotecnología, la protección del conocimiento y su control.

Enseguida se analizan los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola a escala internacional y nacional. Para estos casos, los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad se analizan considerando la propiedad del par; es decir, de la interacción de dos actores: la diada. Como se señaló, la propiedad intelectual y la bioseguridad pueden afectar la interacción entre los actores A y B –impedirla o condicionarla–, como también las capacidades que requieren A y

B para procesar la tecnología. Asimismo, pueden modificar la versión que tanto el actor A como el actor B puedan tener acerca de la agrobiotecnología; al igual que en el primer caso, esto puede afectar el vínculo y los perfiles de los actores. De igual suerte, estos aspectos pueden modificar el ambiente en que interactúan los actores, quienes van a reaccionar a esa percepción y pueden modificar, al igual que en los dos casos anteriores, el vínculo con otros actores y sus capacidades para manejar la tecnología.

En general, diversos aspectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad pueden ampliar la base de participación social en actividades importantes para el desarrollo y uso de la agrobiotecnología —por ejemplo, más actores afiliados a actividades de promoción y regulación—, en consecuencia, también se puede incrementar el número de actores en el sistema tecnológico bajo estudio y las interacciones entre ellos. También pueden incidir en la complejidad institucional que requiere el desarrollo y utilización de la agrobiotecnología. Todo lo anterior, por supuesto, puede variar en el tiempo. Enseguida se presenta una descripción más detallada de los principales tipos de derechos que están siendo utilizados para la protección de la propiedad intelectual de las innovaciones en biotecnología agrícola.

Los esfuerzos intelectuales para crear nuevas tecnologías, productos y servicios, describen nuevas maneras de hacer las cosas y expanden la riqueza cultural de la sociedad. Estos esfuerzos resultan en activos intelectuales, en piezas de información que pueden tener valor económico si son puestas en uso en el mercado. En la medida en que su propiedad sea reconocida, tales activos son llamados propiedad intelectual. Los retornos económicos sobre estos activos dependen de los costos de su creación, de su deseabilidad para usuarios potenciales, de la estructura de los mercados en los cuales son vendidos, así como de los derechos legales que permiten a sus propietarios controlar su uso. Los dispositivos legales que proporcionan tal control son llamados derechos de propiedad intelectual (DPI) (Maskus, 2000:27).

Los DPI tienen el propósito de prevenir la explotación comercial de bienes intelectuales tales como ideas e invenciones sin

compensar a quienes las generaron; permiten excluir a otros de usar el bien intelectual protegido, en la mayoría de los casos se trata de derechos temporales que implícitamente confieren un monopolio a quienes son los titulares de estos derechos y de esta manera incentivan la producción de nuevo conocimiento. Los DPI intentan establecer un balance entre proporcionar incentivos adecuados para desarrollar nuevas tecnologías, nuevos productos y creaciones artísticas y asegurar una distribución efectiva de estas invenciones en la economía. Existen diferentes tipos de DPI: las patentes,⁸⁷ los derechos de autor, las marcas comerciales⁸⁸ y denominaciones de origen, los secretos industriales o secretos comerciales⁸⁹ y algunas formas híbridas como los derechos de obtentores vegetales⁹⁰ (DOV). No todas estas formas son relevantes para la agrobiotecnología.

⁸⁷ Una patente da a su poseedor el derecho de excluir a los demás de hacer, usar, vender o importar el producto o proceso protegido por la patente por un periodo definido, que generalmente oscila alrededor de 20 años. Para que una patente sea otorgada debe cumplir tres requisitos: utilidad o aplicabilidad industrial, novedad en el sentido de no ser del dominio público y no obviedad, es decir, que sea claramente el resultado de una actividad inventiva. En el caso de invenciones protegidas por patentes, el titular se obliga a revelar su trabajo públicamente a cambio del derecho de monopolio temporal. Al hacerlo así, el conocimiento protegido por la patente entra al dominio público y permite que otros innovadores utilicen ese conocimiento para desarrollar nuevas invenciones (Maskus, 2000:36-44).

⁸⁸ Las marcas comerciales protegen los derechos para usar una marca o un nombre distintivos particulares para identificar un producto, servicio o empresa. Generalmente sólo se requiere formalizar su registro, el cual puede ser renovado indefinidamente (Maskus, 2000:47-48).

⁸⁹ Los secretos industriales o comerciales son información que confiere ventajas competitivas a quienes la poseen y por esa razón es mantenida fuera del dominio público. Se trata pues de información privada o sobre la cual alguien ostenta propiedad, con valor comercial, que puede incluir desde procesos de producción, hasta lista de clientes y métodos de organización. Ha habido un creciente reconocimiento de que los secretos industriales pueden llenar brechas creadas por el sistema de patentes y de que pueden proporcionar incentivos importantes para el proceso de innovación (Maskus, 2000:49-50).

⁹⁰ Los derechos de obtentores vegetales permiten que quienes desarrollan nuevas variedades de plantas puedan controlar su comercialización y utilización.

La protección por patentes es vista como particularmente crítica para recuperar retornos de invenciones básicas en industrias con altos costos de investigación y desarrollo (I&D) y enfrenta problemas de apropiabilidad, entre otros, por la capacidad que tienen las semillas para reproducirse. Aunque en algunos países como Estados Unidos las plantas pueden ser patentadas, en la gran mayoría de países las variedades de plantas son protegidas por DOV que combinan una protección tipo patente –que les otorga el derecho exclusivo de producir, vender e importar las variedades protegidas– pero con limitaciones en el alcance de los derechos: el llamado privilegio del agricultor y la excepción del fitomejorador. El primero permite que los agricultores, después de la compra inicial de semilla protegida por DOV reten gan para uso propio cantidades suficientes de semilla para plantarla en años subsecuentes. El segundo permite que otros mejoradores utilicen libremente las variedades protegidas para nuevos desarrollos. Los DPI son de alcance nacional y existen diferencias entre las naciones en cuanto a regímenes de protección, tales variaciones internacionales han sido objeto de controversias comerciales a través de los años.

Estos derechos operan de manera similar a las patentes, ya que tienen duración definida y las plantas a proteger deben cubrir los requisitos de novedad, distintividad, homogeneidad y estabilidad (Brenner, 1998:20-21).

II. Propiedad intelectual y bioseguridad a escala internacional

Las ciencias sociales han sido el foro para la realización de largos y profundos debates acerca de la relación ciencia-tecnología-sociedad y sobre la posibilidad de influir en el rumbo que puede tomar una tecnología. Para la filosofía de la ciencia, por su parte, es claro que hay actores que tienen mucho que ver con la orientación de la tecnología hacia ciertos caminos, que tradicionalmente han tenido poco que ver con una participación democrática (Feenberg, 1999:1-2). En nuestro caso, empezamos a ver evidencias de que la intervención de nuevos actores en el desarrollo y uso de la agrobiotecnología están propiciando, de hecho, cambios importantes en su orientación (Babinard y Josling, 2001:81-96).

Estas intervenciones guardan una estrecha relación con diversos aspectos, pero a lo largo de este capítulo se pondrá énfasis en los relacionados con propiedad intelectual y bioseguridad y la manera en que afectan el acceso. Por supuesto, se reconoce de entrada que el acceso a la biotecnología agrícola es un problema complejo, especialmente para países de menos desarrollo, lo que hace difícil aislar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad.

Sin embargo, cuando un campo tecnológico está en desarrollo puede haber posibilidades de que los actores involucrados redefinan la orientación de la tecnología en cuestión. En esta etapa, el tejido sin costuras de la tecnología y la sociedad está en

formación y la distinción entre lo técnico y lo social, para el propósito de orientar la tecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio, no sólo es posible sino deseable (Bowden, 1995:76). Por supuesto, el mercado tampoco está formado y factores como la propiedad intelectual y la bioseguridad pueden determinar finalmente si éste va a terminar de formarse o no.

En este capítulo se revisa la evolución que han tenido los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad y su influencia en el acceso a escala internacional; se destaca la percepción generalizada de los diversos actores que participan en su desarrollo y uso, acerca de los beneficios netos que ésta puede ofrecer; ya que pocas aplicaciones como las de las plantas transgénicas han visto que se modifique esa percepción generalizada, de manera tan radical y en tan poco tiempo.

Así, en los ochenta y primera mitad de los noventa —antes que las primeras plantas transgénicas entraran al mercado— se pensaba que la agrobiotecnología representaría una expansión de beneficios netos a sus proponentes y a la sociedad como un todo. Por supuesto, había conciencia sobre los posibles riesgos, pero se tenía una gran confianza en que si se aplicaban medidas adecuadas (de bioseguridad, entre otras), cualquier costo se vería superado, en un amplio margen, por las recompensas que ofrecía. De hecho, ésta es la percepción generalizada que actualmente se sigue teniendo acerca de la internet: un prerrequisito para el desarrollo económico (Walker, 2000:844).

En 1994 se aprobó en Estados Unidos el consumo y producción comercial del tomate de madurez retardada —el primer producto de la agrobiotecnología en el mundo en alcanzar esta etapa— a pesar de que se publicitó como un producto de ruptura, tuvo poca aceptación comercial y las variedades transformadas pronto fueron retiradas del mercado por diferentes razones (McKinney, 2000), lo que puso de manifiesto las limitaciones del “technology push” y la necesidad, en consecuencia, de mayor acercamiento entre las actividades de I&D y las relacionadas con la comercialización de los productos. Estas modificaciones para

retrasar la madurez en el tomate también fueron cuestionadas desde la sociología rural, por la escasa relación que tenía un producto de estas características con las grandes promesas de la biotecnología a la economía y la sociedad (Koplenburg, 1993:24).

Por otro lado, la posibilidad de apropiación legal de la agrobiotecnología atrajo principalmente a inversionistas de las grandes empresas de agroquímicos y farmacéuticas y dio como resultado una rápida convergencia en los criterios para realizar innovaciones agrícolas, no sólo hacia la rentabilidad; si no también hacia la manera de identificar oportunidades de negocio en ambos tipos de industria: así, con un algodón resistente al ataque de insectos, se planteaban estrategias de innovación muy similares a las que se hubieran seguido con un insecticida o un antibiótico: tener en desarrollo nuevas generaciones de plantas resistentes, todas ellas patentables, que permitieran seguir en el círculo virtuoso (para la empresa): una planta insecticida de primera generación, insectos que se vuelven resistentes, una planta insecticida de segunda generación, insectos que se vuelven resistentes, etcétera. Sin mayor diferencia con la actual carrera de los antibióticos *versus* las bacterias en donde las que siempre salen victoriosas son las empresas productoras de antibióticos y las bacterias.

En el mismo orden de ideas, la planta transgénica más cultivada en el mundo es la soya tolerante a herbicida —que dio cuenta del 58 por ciento del área total cultivada de transgénicos en el 2000 (James, 2001:8)—; se comercializa junto con el herbicida al cual es tolerante y se pagan derechos por la semilla. Aunque un producto de esta naturaleza representa ventajas para quienes lo han adoptado en forma ampliada (grandes productores), ha significado ventajas sustantivas para las empresas que lo producen ya que, además de los derechos que obtienen por la semilla, las empresas extendieron las ventas de un herbicida —cuya patente cayó recientemente en el dominio público— a nuevas aplicaciones atadas a la venta de la semilla tolerante.

Ambos tipos de productos ofrecen beneficios para los productores y/o de tipo ambiental, pero no han representado ventajas

para consumidores y/o empresas procesadoras de alimentos. Además, las empresas agrobiotecnológicas, convencidas de su seguridad, no pusieron mayor énfasis en la aceptación de los consumidores, especialmente europeos, ni se preocuparon por desarrollar y/o aplicar mejores tecnologías, como sería la búsqueda de alternativas a los controvertidos marcadores de selección de resistencia a antibióticos, que se verán más adelante.

De ahí que la posibilidad de apropiación legal de la agrobiotecnología, que ha sido uno de los motores de la fulgurante consolidación de los complejos agrobiotecnológicos en los últimos años, haya empezado a revelar su carácter de espada de doble filo, ya que —al contribuir a una mayor convergencia hacia rentabilidad en los criterios para generar innovaciones— ha dado como resultado un claro alejamiento de las promesas iniciales de la agrobiotecnología a diferentes niveles, con la consecuente decepción de analistas y formuladores de política especialmente de países de menos desarrollo. Además, por ser una tecnología basada en ciencia, la convergencia de criterios ha afectado también a la investigación científica, restándole variedad y flexibilidad y convirtiéndola en gran medida en ciencia privada (Callon, 1997:200-201).

Esta convergencia de criterios se vuelve más evidente cuando se considera que tanto las aplicaciones de tolerancia a herbicidas como las de resistencia a insectos representan 93 por ciento de los tipos de manipulaciones realizadas hasta el momento que ya están en etapa de comercialización, el 7 por ciento restante incluye la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos de manera combinada (James, 2000).

Aun cuando es indudable que las empresas agrobiotecnológicas están obteniendo retornos importantes a lo invertido en esta tecnología, vía esos cultivos tolerantes a herbicidas y/o resistentes a insectos, algunos analistas —que gozan de prestigio entre las empresas agrobiotecnológicas— empiezan a considerar que fue un error haber comercializado primero estos dos tipos de cultivos (Garbert, 2000).¹

¹ Garbert se refiere a Sano Shimoda, un solicitado consultor financiero de grandes empresas agrobiotecnológicas en Estados Unidos.

La reacción ante estas innovaciones que benefician claramente ciertos actores (empresas agrobiotecnológicas y grandes empresarios agrícolas) se ha vuelto cada vez más negativa, por parte de consumidores y grupos ambientalistas, especialmente de países de mayor desarrollo: los consumidores no ven por qué deben correr con los posibles riesgos asociados a la salud derivados de la ingesta de estos alimentos transgénicos, sin un claro beneficio a cambio.

Los grupos ambientalistas, por su parte, han alertado sobre los posibles riesgos a la salud y el ambiente que representan los productos transgénicos y han ejercido presión para incrementar las regulaciones en la materia. En países de menos desarrollo han predominado una serie de temores acerca de los efectos que las plantas transgénicas podrían representar para la biodiversidad.

En ese sentido, la complejidad institucional que ahora se requiere para garantizar que los productos transgénicos no representen riesgos para la salud y el ambiente, no tiene precedente y es difícil de lograr incluso para un país de mayor desarrollo. Para un país de menos desarrollo constituye un reto de grandes proporciones, ya que no sólo carece de los recursos humanos, técnicos y de organización para instrumentar una adecuada capacidad de evaluación y monitoreo sobre estos cultivos, si no que además tampoco cuenta con los recursos económicos para hacerlo.

Esta situación de las plantas transgénicas ha encendido una serie de alertas para la sociedad; así tanto las presiones de grupos ambientalistas sobre empresas, agencias gubernamentales, cuerpos legislativos, como la aceptación que han tenido sus propuestas por consumidores y medios de comunicación han generado retrocesos y replanteamientos de las estrategias de empresas y grupos de investigación. Es por eso que la agrobiotecnología, especialmente en lo que se refiere a plantas transgénicas, a diferencia de la internet, empieza a ser asociada a una expansión de costos netos.

Cuando eso sucede, el sistema tecnológico en cuestión debe ser evaluado cuidadosamente y redireccionado (Walker, 2000:845). En el caso que nos ocupa, lo interesante de esas primeras aplicaciones es que aún no han representado costos sustantivos para la sociedad, lo que mejora sus posibilidades de redireccionamiento.

Un proceso de esta naturaleza tiene que ver con participación y con valores de los diferentes actores que participan en el desarrollo y uso de la agrobiotecnología; pero también tiene que ver con la existencia de marcos socioinstitucionales y legales que hagan posible que los diferentes grupos que pueden ser y/o están siendo afectados por la tecnología en cuestión cuenten con las condiciones de participación y con las capacidades para hacerlo.

A continuación se revisa la manera en que han evolucionado los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad y su influencia en el acceso a esta tecnología desde la primera mitad de los ochenta hasta el 2001. El periodo se divide en tres etapas.

Primera etapa: expansión de los beneficios netos

Los DPI generan mucha controversia a escala global porque la manera en que se conceptualizan, los tipos de protección, el alcance y los aspectos relacionados con su implementación son distintos a escala internacional. Estados Unidos, Japón y algunos países en Europa occidental son el hogar de las empresas que producen la vasta mayoría de las tecnologías y bienes comercializables internacionalmente. Los formuladores de políticas están interesados en una protección de la propiedad intelectual fuerte y argumentan que un régimen firme podría resultar en un considerable florecimiento de innovación y crecimiento con derramas de beneficios para países de menos desarrollo. Por su parte, los formuladores de políticas, los consumidores y empresas competidoras en países que deben importar tecnología están preocupados porque un sistema reforzado en materia de DPI pudiera elevar los costos de medicinas e insumos críticos para la agricultura y reducir su acceso a nueva información. Estos conflictos están en el centro del debate sobre reforma institucional en la Organización Mundial de Comercio (OMC) (Maskus, 2000:ix-xi).

A través de los años se observa una clara tendencia mundial : reforzar la propiedad intelectual de las innovaciones tanto en ir

dustria como en agricultura; sin embargo, la complejidad y dificultades asociadas a la protección de la materia viva dieron como resultado una clara separación en las formas de protección de la propiedad intelectual y en los respectivos esfuerzos de armonización internacional.

El advenimiento de la biotecnología moderna marcó un punto de inflexión en estas tendencias ya que las formas de protección de las innovaciones industriales y biológicas empezaron a converger al menos en los países miembros de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE). Así, en 1983 se solicitó la primera aplicación de patentes de una planta transgénica, en tanto que la primera patente industrial para una variedad de planta fue concedida en los Estados Unidos en 1985 y la primera patente para una planta transgénica fue otorgada en Europa en 1988. Para 1991 la revisión de la convención de la *Union pour la Protection des Obtentions Végétales* (UPOV) sobre obtenciones vegetales marcó un claro acercamiento entre éstas y las patentes (Brenner, 1998:15).

En la Ronda Uruguay –para las negociaciones de comercio multilateral, bajo los auspicios del General Agreement on Tariffs and Trade (GATT)– tanto Estados Unidos como Japón y la Comunidad Europea ejercieron presiones sobre los países de menos desarrollo para reforzar sus marcos legales de protección a la propiedad intelectual en sus diferentes formas, pero muy específicamente para que otorgaran mayor protección a invenciones biotecnológicas y variedades de plantas que ya eran protegidas en países industrializados (van Wijk, 1990:24). Conviene destacar que fue Estados Unidos quien más insistió en que la ausencia de leyes de patentes y de otras formas de protección de la propiedad intelectual constituirían barreras no arancelarias al comercio.² Lo anterior dio lugar a que se estableciera la liga entre aspectos de comercio y propiedad intelectual en la Ronda Uruguay: el grupo

² De hecho, desde antes que se iniciara la Ronda Uruguay del GATT, Estados Unidos había hecho pública su insatisfacción con el sistema internacional prevaliente en materia de DPI.

de negociaciones sobre Trade-Related Aspects of Intellectual Property (mejor conocido como TRIPs por sus siglas en inglés o ADPIC en español) –que incluía el comercio de copias no autorizadas– fue uno de los más importantes en las negociaciones de la Ronda Uruguay.

Las diferentes presiones y negociaciones multilaterales en materia de DPI confluyeron finalmente en la firma del acuerdo sobre TRIPs a principios de los noventa. Este acuerdo obligó a los países miembros de la OMC a establecer ciertos criterios de protección mínima en materia de propiedad intelectual. En lo relacionado con plantas, los países miembros de esta organización se obligaban a establecer algunas de las siguientes posibilidades de protección:³

- Patentes
- Un sistema *sui generis* efectivo⁴
- Una combinación de estos dos

Lo anterior cambió el *locus* de la discusión y negociaciones acerca de protección de la propiedad intelectual de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) a la OMC, lo que llevó a cambios importantes en su dinámica, ya que se establecieron estándares mínimos internacionales en materia de protección a la propiedad intelectual que no se habían logrado en años de negociaciones en la OMPI. Por lo anterior es que el Acuerdo TRIPs ha sido calificado como el instrumento internacional más importante en relación con propiedad intelectual por sus efectos en la armonización de la legislación (Solleiro, 1997:569). El acuerdo entró en vigor en enero de 1995.

Además hubo otra medida importante introducida por TRIPs en los casos de infringimiento de patentes: la inversión de la carga de la prueba.⁵ Según esta medida, es el demandado quien debe

³ Estas recomendaciones se asientan en el artículo 27.3 (b) de TRIPs.

⁴ *Sui generis* significa único o de su propia clase. Se utiliza habitualmente en leyes si una circunstancia especial no es cubierta por las leyes existentes (Alker y Heidues, 2001:1).

⁵ Véase el artículo 34 de TRIPs.

probar que no ha infringido la patente y asumir los costos asociados durante la defensa mientras se prueba su culpabilidad. Dados los recursos legales con que cuentan las grandes empresas, esta medida fue considerada muy desventajosa para países de menos desarrollo.

Visto de esta manera se percibe poco margen de maniobra para países como México –que es miembro de la OMC– ya que este tipo de instrumentos internacionales, encabezan el marco jurídico de los DPI y jerárquicamente están arriba de su Constitución Política. Sin embargo, aunque en este nivel prácticamente no se aprecian márgenes de maniobra en materia de protección de la propiedad intelectual, cuando se desciende a nivel actor se puede apreciar que existen márgenes de maniobra en lo relacionado con el tipo de opciones a elegir y en lo que concierne a la adopción de políticas complementarias que refuercen las capacidades de los diferentes actores involucrados en los aspectos de propiedad intelectual, tanto en materia educativa como de investigación y comercio.

Por otro lado, si bien es claro que el logro de estándares mínimos en materia de propiedad intelectual fue el resultado de una serie de presiones comerciales bilaterales y multilaterales donde los países de menos desarrollo tuvieron poco margen de maniobra, también es claro que esperaban recibir beneficios.⁶ En el caso de biotecnología, aunque prácticamente no había estudios empíricos sobre el impacto de la presencia o ausencia de derechos de propiedad intelectual, se pensaba que una protección adecuada en materia de DPI contribuiría a una rápida disponibilidad de los productos biotecnológicos y, en particular, de insumos agropecuarios e industriales importantes para el mantenimiento de la competitividad de muchos sectores productivos de los países de menos desarrollo que se estaban abriendo al libre comercio (Jaffe, 1993:16).

⁶ El discurso dominante en aquella época era el impulsado en el marco de las negociaciones del GATT y después desde la OMC, acerca de que un nivel de protección fuerte en patentes guardaba una estrecha relación con el desarrollo económico.

Asimismo, había un creciente consenso de que una protección adecuada en materia de DPI era necesaria para incrementar el flujo de tecnología y *know-how*, así como para estimular inversión en biotecnología (van Wijk *et al.*, 1993:31). Lo anterior cobraba mayor relevancia si se consideraba la participación marginal de muchos países de menos desarrollo en la creación de agrobiotecnologías y la necesidad de disponer de las tecnologías genéricas *per se* para adaptarlas a productos de interés local.

Pero en el caso de la agricultura, en países de menos desarrollo había también una gran incertidumbre respecto de si el reforzamiento de DPI comprometido en TRIPs iba a facilitar o impedir la transferencia de tecnología y la generación de tales innovaciones locales. Y no era para menos, ya que desde principios de los noventa Agracetus –una empresa norteamericana especializada en productos biomédicos y de plantas– había empezado a obtener patentes muy amplias de soya y algodón transgénicos. Este caso no tenía precedentes, ya que estas patentes le otorgaban a esta sola empresa derechos sobre todos los productos modificados por técnicas de ingeniería genética para un cultivo entero. Y la empresa estaba obteniendo patentes en diferentes países del mundo. Esta situación podía bloquear más que estimular la innovación por lo que pronto empezó a ser cuestionada tanto en Estados Unidos y Europa, así como en países de menos desarrollo (Bijman, 1994:8-9).

Inicialmente la oposición fue por medio de algunas ONG, como la Rural Advancement Foundation International (RAFI)⁷ preocupadas porque patentes de este tipo podrían conducir a empresas y países a posiciones monopólicas en torno a la producción de algodón, situación que afectaría en mayor medida a países de menos desarrollo. De igual suerte, GreenPeace se opuso a una patente muy amplia que había sido otorgada a Plant Genetic Systems sobre un método para producir plantas resistentes a herbicidas –las reivindicaciones de la patente cubrían todas las plantas y semillas

⁷ Esta organización modificó la razón social por Action Group on Erosion, Technology and Concentration.

producidas con este método. Pero también hubo críticas de parte de instituciones como el Departamento de Agricultura de Estados Unidos —el USDA—, en el sentido de que patentes como las otorgadas a Agracetus virtualmente le podían otorgar el control sobre toda la investigación aplicada en algodón transgénico (Bijman, 1994:9).

Otorgar patentes tan amplias como ésta no era adecuado para promover innovaciones en sistemas que requieren de aplicar herramientas genéricas —como es el caso de algunas de las utilizadas en agrobiotecnología— en procesos acumulativos de alta sitio especificidad como son muchas de las obtenciones vegetales. Por el contrario, la aplicación de estas herramientas genéricas en variedades vegetales requería de incentivar el desarrollo de mecanismos que facilitarían el licenciamiento cruzado. Una consecuencia prevista de la tendencia hacia una protección amplia y fuerte de patentes en este tipo de tecnologías —para países de menos desarrollo— era que se elevarían las barreras de entrada para empresas que quisieran adaptar tecnología protegida por DPI a variedades de interés local.⁸

También se destacaban algunos beneficios de los DPI, y de las patentes en especial, tales como: que las patentes motivan la invención o que inducen el desarrollo y comercialización de invenciones; pero en el caso de países de menos desarrollo algunos analistas advertían que los DPI solos, en ausencia de otras medidas e instituciones de apoyo, no serían suficientes para estimular la transferencia de tecnología y la innovación y promover el crecimiento (van Wijk *et al.*, 1993; Solleiro, 1997). Otra manera de visualizar a las patentes que guarda mucha relación con las capacidades de innovación de un país es la de considerar que este tipo de DPI induce la revelación de la invención. Lo anterior es evidente, especialmente si se compara la patente con un secreto industrial; sin embargo, el aprovechar la información que proporciona

⁸ La compensación exigida por Agracetus era de un millón de dólares para otorgar una licencia en algodón transgénico, que era muy alta para una empresa pequeña (van Wijk, 1997:35).

la patente para generar una nueva invención requiere también que los actores tengan capacidades para interpretar y adaptar tal información.

En otros estudios se destacaba que los DPI implicarían costos y beneficios para los países de menos desarrollo dependiendo de los cambios necesarios en las leyes existentes y de las instituciones para la promoción y puesta en vigor de tales derechos (Brenner, 1998:43). Por otro lado, en el caso de países de menos desarrollo existía consenso de no elegir opciones duras, lo cual tenía mucho sentido si se consideraba la debilidad de los sistemas de innovación agrícola locales, especialmente para generar desarrollos en el campo de la agrobiotecnología. De cualquier forma, una de las grandes preocupaciones de quienes estaban desarrollando las innovaciones agrobiotecnológicas desde la empresa era acerca de cómo recuperar lo invertido en el desarrollo de tales innovaciones—dada la capacidad de reproducción que tenían algunas de las obtenciones vegetales al conservar las características incorporadas por la agrobiotecnología durante varias generaciones.

Por un lado, las empresas empezaron a aplicar diferentes esquemas de protección legal a una misma invención, dependiendo de la legislación vigente en el país en que deseaban comercializarla, por ejemplo: la primera innovación agrobiotecnológica que salió al mercado en Estados Unidos y en el mundo, el tomate de madurez retardada utilizó diferentes esquemas de protección:⁹ patentamiento de la construcción genética, utilización de marca registrada para la planta y para el fruto, etcétera.

Sin embargo, por la capacidad de reproducción de las variedades mejoradas, una cosa era la posibilidad de apropiación legal de las invenciones y otra la capacidad de apropiación *de facto*. De ahí que desde hacía algún tiempo que las grandes empresas agroquímicas y farmacéuticas que estaban invirtiendo grandes montos en I&D en el mundo hubieran empezado a integrar en su quehacer a las prin-

⁹ En el caso de México, el algodón resistente al ataque de insectos utiliza también varios tipos de DPI.

cipales empresas semilleras, así como a orientar su investigación al desarrollo de sistemas de protección tecnológica.¹⁰

En efecto, la agrobiotecnología estaba evolucionando de una fase precomercial dominada por la investigación científica básica a una fase comercial orientada a la comercialización de sus productos. Según Kalaitzandonakes y Bjorson, al tratar de obtener las rentas de innovación en la fase comercial, las empresas estaban reorientando sus estrategias alrededor de activos complementarios de comercialización y distribución. Lo anterior impactó la estructura industrial tanto en forma vertical como horizontal. De la misma manera, la estructura de la industria afectó la estrategia de las empresas (1997:130).

En la medida que la base científica comienza a estabilizarse y las oportunidades de comercialización se vuelven más aparentes, las actividades de investigación y desarrollo dejan de ser dominantes y las de producción y puesta a punto de la tecnología se intensifican, para que los productos puedan ser comercializados lo más rápidamente posible. Para el logro de lo anterior algunos activos complementarios como la capacidad de manufactura, la experiencia en escalamiento y comercialización, así como las redes de distribución cobran mucha importancia.

Según Teece, tanto las empresas que están entrando a un campo como las que ya están colocadas deciden sus estrategias de comercialización basadas en la apropiabilidad de las rentas de innovación y su acceso a activos complementarios. La habilidad de una empresa para apropiarse de las utilidades de una innovación determinada guarda una estrecha relación con dos factores:

- ¿Qué tan tácita es la innovación y qué tan fácil es de imitar?

¹⁰ Los sistemas de protección tecnológica tienen como propósito asegurar que la semilla ahorrada que contenga tecnología o genes propietarios no sea replantada sin un pago adecuado por la nueva tecnología incorporada. Este tipo de sistemas fueron diseñados para semillas de autopolinización y de polinización cruzada, el ejemplo más conocido es el sistema llamado *Terminator* (Spillane, 1999:39). En especial este último tipo de sistema va en contra del privilegio del agricultor.

Si la tecnología no es tácita¹¹ y puede ser fácilmente codificada y copiada, los imitadores podrían apropiarse una parte significativa de las utilidades de la innovación.

- ¿Qué tan fuertes son los DPI para esas tecnologías?

Las empresas pueden utilizar una variedad de DPI para proteger su tecnología de imitadores. Los DPI que no son fuertemente defendibles conducen a una débil apropiabilidad.

Según Kalaitzandonakes y Bjorson, si las innovaciones son fuertemente apropiables y los activos complementarios requeridos para comercializar la innovación no son especializados, el innovador puede contratar o hacer transacciones de mercado abierto por servicios que utilicen estos activos mientras captura sus rentas de innovación. Pero si la innovación sólo es débilmente apropiable y los activos complementarios son especializados y sólo sirven para un estrecho rango de usos potenciales, los que posean los activos complementarios pueden capturar una gran parte de las rentas de innovación. En este caso los innovadores deben contratar o integrarse verticalmente para ganar control de tales activos so riesgo de perder sus rentas de innovación.

Las dos estrategias anteriores representan los extremos de un rango amplio de posibilidades de apropiabilidad exógena determinada por arreglos institucionales y parámetros tecnológicos. Las empresas que estaban en el campo de la agrobiotecnología en esta primera etapa siguieron estrategias en este marco. La estructura competitiva de la industria semillera se redefinió por una serie de transacciones estratégicas que alinearon a las empresas de agroquímicos y de semillas con empresas tecnológicas de agrobiotecnología. En

¹¹ Según Kalaitzandonakes y Bjorson una variedad de determinantes pueden contribuir a la naturaleza tácita del *know how* tecnológico: el conocimiento acumulado y la experiencia en actividades relacionadas con el manejo de la investigación, con el cumplimiento de regulaciones, con la experiencia en escalamiento y en la formación de sociedades, en procuramiento y producción son importantes para el desempeño (1997:131).

aquella época se empezaba a considerar que estas fusiones constituían la primera etapa en el desarrollo de complejos agroindustriales integrados verticalmente enfocados en capturar el valor de rasgos biotecnológicos protegibles por DPI fuertes –como las patentes o los sistemas de protección tecnológica (Shimoda, 1997:29).

Si bien es cierto que desde el patentamiento de organismos vivos, a principios de los ochenta, el proceso de acumulación de capital en el campo de la biotecnología se había visto reforzado por la presencia de grandes empresas transnacionales, las reestructuraciones que estaban ocurriendo en la industria semillera, aunadas a una clara disminución del gasto público en investigación, marcaban una clara orientación de la biotecnología agrícola hacia mercados rentables, alejándola de las promesas para los sectores más desprotegidos en países de menos desarrollo.

Pero los efectos de las patentes no sólo estaban afectando el proceso de acumulación de capital, también había temores acerca de cómo podrían afectar el proceso de acumulación de conocimiento. Desde 1980, año en que en Estados Unidos se otorgó el derecho de patentar a las empresas e instituciones sin fines de lucro –que obtuvieran resultados de investigaciones realizadas con fondos gubernamentales– habían surgido temores acerca de lo que este hecho podría representar en la generación del conocimiento científico: la subordinación del proceso de acumulación de conocimiento al proceso de acumulación de capital.

Algunos investigadores destacaban los riesgos que esto encerraba, ya que:

La ciencia es un bien público que debe ser preservado a cualquier costo porque es una fuente de variedad que provoca que nuevos estados del mundo proliferen. Y esta diversidad depende de la diversidad de intereses y proyectos incluidos en aquellos colectivos que reconfiguran la naturaleza y la sociedad. Sin ella, sin esta fuente de diversidad, el mercado –con su propensión natural a transformar a la ciencia en mercancía– podría estar condenado a una mayor convergencia e irreversibilidad (Callon, 1997:200-201).

Otros estudiosos del tema pensaban que se estaba frente a un proceso en el cual los investigadores académicos estaban transiando hacia la conformación de un nuevo *ethos* que lograría integrar su condición académica y empresarial. El nuevo *ethos* estaría llamado a reflejar un nuevo código de conducta, una nueva identidad y una nueva concepción del oficio de investigador (Licha, 1995:137), cosa que ha sucedido: basta con revisar el *curriculum* de cualquiera de ellos en Estados Unidos, donde el número de patentes que le han sido otorgadas es muy similar al de sus artículos publicados en revistas científicas¹² y generalmente rebasan los dos órdenes de magnitud.

Pero en el caso de países de menos desarrollo había temores, por un lado, de que los DPI –aunados a reducciones en los presupuestos de investigación– provocaran cambios en la investigación pública, reorientándola hacia cultivos atractivos comercialmente y, por el otro, restringieran el uso de material protegido en investigación (Spillane, 1999:49).

Desde el inicio de esta primera etapa, y durante gran parte de su desarrollo, los aspectos clave del debate sobre los DPI fueron los relacionados con la competitividad y con la necesidad de armonización de regulaciones; actores importantes en esta etapa fueron Estados Unidos, la Comunidad Europea, Japón, el GATT y la OMC, así como una serie de empresas farmacéuticas y agroquímicas que estaban invirtiendo fuertemente en I&D. Sin embargo, desde 1992 con motivo de la Cumbre de la Tierra, la instauración del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) empezó a desempeñar un

¹² El acta Bayh-Dole permitió que las universidades en Estados Unidos licenciaran sus invenciones a terceros con intervención mínima del gobierno. El impacto de esta acta en Estados Unidos ha sido muy importante; así, para fines de los noventa, el número de universidades que estaban realizando transferencias de tecnología se había incrementado ocho veces en relación con 1980. Más de mil patentes se otorgaban cada año a las universidades. La transferencia de tecnología –especialmente el licenciamiento de innovaciones– representaba más de 21 mil millones de dólares y 180 mil empleos a la economía norteamericana cada año, parte importante de estos beneficios guardaba una estrecha relación con biotecnología (Maredia *et al.*, 1999:2-3).

papel importante y nuevos aspectos clave, que guardaban una estrecha relación con DPI, empezaron a cobrar importancia, tales como los derechos del agricultor y el acceso a los recursos genéticos.

Para los países de menos desarrollo empezó a ser claro que se daban cambios en el concepto mismo de DPI, ya que se otorgaron patentes a grandes empresas de países desarrollados por descubrimientos –había un cambio de invención hacia descubrimiento–, algunos de ellos resultado de la biopiratería de recursos genéticos de los países de menos desarrollo; patentes de este tipo podrían limitar el acceso de un país de menos desarrollo a sus propias variedades.

Aspectos de bioseguridad

Antes que las patentes, los aspectos de bioseguridad fueron los que iniciaron las controversias acerca de la biotecnología en el mundo. Algunos analistas del tema consideran al año de 1974¹³ como el inicio de un debate que ha tenido altibajos pero que cada vez abarca a un mayor número de sectores y ha movilizó a un gran número de actores. Al igual que con la propiedad intelectual, los aspectos relacionados con bioseguridad han sido objeto de esfuerzos de armonización internacional en los últimos años.

En 1974 los científicos relacionados con la biotecnología acordaron una moratoria a la experimentación con seres vivos utilizando técnicas de ADN_r. Esta moratoria respondía fundamentalmente a preocupaciones de los mismos científicos que estaban desarrollando las nuevas herramientas, quienes –reconociendo el poder de las nuevas técnicas– decidieron adoptar un enfoque precautorio y evitar efectos dañinos por la liberación no intencional de OGM.

¹³ En 1974 se realizó la primera Conferencia Asilomar con el propósito de discutir acerca de los riesgos biológicos en general y de los relacionados con la realización de experimentos que implicaban la construcción de moléculas híbridas y aunque la conferencia no fue orientada de manera expresa hacia el trabajo con ADN_r es considerada como el antecedente de la bioseguridad (Kline, 1990:xii-xvi).

En aquel entonces los OGM se utilizaban de manera contenida en reactores y la moratoria fue para la realización de experimentos con dichos organismos en volúmenes mayores a los utilizados de manera típica a nivel laboratorio.

Poco tiempo después, conforme los científicos se fueron familiarizando con las nuevas herramientas y con el manejo de OGM, las disposiciones –tanto para su uso contenido, como para su liberación en pequeña escala– se fueron flexibilizando, lo que dio como resultado el establecimiento paulatino en muchos países, de una serie de prácticas regulatorias mejor definidas. En general, el proceso seguía un patrón similar: rigor y cautela inicial seguida por requerimientos regulatorios menos rigurosos conforme se iba ganando experiencia en el uso de los nuevos productos de la biotecnología moderna (Persley *et al.*, 1993:vi).

Los desarrollos de dichos productos se hicieron siguiendo guías y prácticas de laboratorio como las establecidas por el NIH a mediados de los setenta, las desarrolladas por la OCDE en 1986 para experimentación a nivel laboratorio y que fueron ampliadas en 1992 para la realización de pruebas de campo en pequeña escala. Estas guías fueron usadas como base para el establecimiento de regulaciones nacionales de tipo voluntario en diferentes países; a principios de los noventa sin embargo, ya había en marcha algunas iniciativas para armonizar los enfoques de bioseguridad tanto a escala regional como global, tales como: el código voluntario de conducta para la liberación de organismos en el ambiente de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) o las guías para el uso experimental de OGM y su liberación al ambiente, preparado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Hasta esta etapa, la importancia de la regulación de la biotecnología en el mundo presentaba dos aspectos complementarios: el primero relacionado con la propia naturaleza y etapa de desarrollo de algunas de las técnicas de la biotecnología moderna¹⁴ y el se-

¹⁴ Las dudas surgen por la naturaleza fragmentaria del conocimiento actual de la estructura del genoma y la función y regulación de la expresión genética en

gundo por el rearrreglo institucional y por tanto también regulatorio que venía ocurriendo a escala macro *pari passu* con la globalización y flexibilización de mercados.¹⁵ Pero se pensaba que conforme la biotecnología se estableciera como un nuevo paradigma tecnológico y que los métodos de investigación, producción y prueba de OGM se volvieran rutinarios, las regulaciones en materia de bioseguridad dejarían de tener un papel preponderante (Possas *et al.*, 1993:101). Según Feenberg los diseños estándar son solamente controversiales mientras están en estado de flujo. Los conflictos resueltos sobre tecnología son rápidamente olvidados (1999:10). Sin embargo, como se verá en la segunda y tercera etapas, eso no ha sucedido con la agrobiotecnología.¹⁶

general, así como por el limitado entendimiento de diferentes aspectos fisiológicos, ecológicos, agronómicos y toxicológicos que son relevantes a las modificaciones genéticas actuales de los cultivos (de Visser *et al.*, 2000:1-3). Pero esto no significa que las estrategias aplicadas actualmente al desarrollo de OGM no puedan ser mejoradas.

¹⁵ La regulación en materia de bioseguridad puede tener impactos importantes en el proceso de innovación ya que puede incentivarlo, retrasarlo o impedir su difusión. Una regulación inadecuada puede aumentar la incertidumbre al impactar negativamente el ambiente innovativo de una empresa. La incertidumbre puede surgir de diversas fuentes: una regulación oscura o ambigua; la falta de coordinación con otras regulaciones o con otros órganos reguladores. Este tipo de aspectos afecta la decisión de invertir en I&D, el tiempo y el costo de desarrollo del producto. Por otro lado, en igualdad de condiciones, es posible afirmar que aquellos países que tengan un ambiente regulatorio más favorable en términos de menos restricciones e incertidumbre tendrán ventajas competitivas en la comercialización de nuevas tecnologías (Possas *et al.*, 1993:10).

¹⁶ Al respecto, es importante resaltar lo que plantea Callon acerca de la dinámica y estabilización de las redes: una red se puede desarrollar hacia convergencia o divergencia de sus actores. Conforme una tecnología avanza en su proceso de desarrollo y adopción se van sumando nuevos actores a la red, lo que incrementa su divergencia. Para Callon el proceso de traslación por el cual el deseo de un actor es transferido a otro actor inicialmente es más difícil, porque cada nuevo actor forma parte a su vez de otras redes que pueden haberlo alineado hacia objetivos diferentes (1992:72-102). Asimismo, la convergencia o divergencia guarda una estrecha relación con la visión que los actores tengan respecto de la tecnología que intercambian (aspectos de flexibilidad interpretativa), la cual no siempre coincide.

Otro hito histórico importante para la armonización de las regulaciones en materia de bioseguridad fue el CDB. A principios de los noventa –cuando dio inicio la instauración del Convenio– había mucha actividad regulatoria en materia de bioseguridad en los países desarrollados en torno a la protección de la salud humana y el ambiente.¹⁷ De ahí que en países de menos desarrollo, que no contaban con regulaciones bien establecidas surgieran temores de ser utilizados como territorio de prueba de OGM por las grandes empresas multinacionales con intereses en agrobiotecnología.

Durante las negociaciones del CDB un buen número de países de menos desarrollo (el G77 y China) así como países nórdicos ejercieron una fuerte presión para integrar en el Convenio disposiciones legalmente vinculantes para la transferencia, manejo y uso de OGM. Pero no fue posible dirimir consensos debido a la fuerte oposición de algunos países miembros de la OCDE que tenían sectores fuertes en biotecnología. El resultado final de las negociaciones fue el actual artículo 19.3 del Convenio que establece:

[que] las partes considerarán la necesidad y modalidades de un protocolo que ponga a punto los procedimientos apropiados, incluyendo, en particular, el acuerdo fundamentado previo (AFP), en el campo de la transferencia, el manejo y el uso seguros de cualquier organismo vivo modificado (OVM) resultante de la biotecnología y que pueda tener efectos adversos en la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica.¹⁸

Para principios de los noventa era evidente el retraso en la comercialización de las innovaciones agrobiotecnológicas. Según Possas *et al.*, uno de los determinantes importantes en la trayectoria de la agrobiotecnología en ese entonces eran los aspectos regu-

¹⁷ Se refiere a dos directivas establecidas por la Comunidad Europea: la 90/219 que regulaba el uso contenido de microorganismos modificados genéticamente y la 90/220 referente a la liberación al ambiente de OGM.

¹⁸ La redacción del artículo requirió de un grupo de trabajo (*Open-ended Ad Hoc Working Group*) que durante cinco años fue estableciendo las bases para integrar lo que ahora constituye el Protocolo de Cartagena. El consenso no fue logrado sino hasta el año 2000.

latorios, tanto en la esfera de la propiedad intelectual como en aspectos de bioseguridad. El ambiente institucional que había al término de esta primera etapa estaba implicando restricciones para algunas líneas de investigación y estímulos para otras. Desde las dificultades para definir e institucionalizar mecanismos de apropiabilidad para los desarrollos biotecnológicos hasta la formación de grupos de presión, el ambiente institucional se había convertido en una fuerza condicionante que sobrepasaba todas las dimensiones de negocio de la biotecnología (1993:31).

La construcción de los diversos ámbitos regulatorios introducía señales que dirigían la trayectoria de la biotecnología: la construcción de reglas para investigación, para la realización de pruebas de campo, para el registro y liberación de productos. Todo ello iba delimitando el espacio de actuación de los diferentes actores involucrados; ya desde aquel entonces el proceso de definición no podía calificarse de simple y concurrían muchos factores que estaban transformando la cuestión en un campo de enfrentamiento de intereses de muy diversa índole (Possas *et al.*, 1993:31). Cada vez era más evidente que se estaban enfrentando intereses económicos y no económicos que tenían que ver con el valor de la vida humana, el del ambiente y con la función que debían desempeñar los gobiernos, las empresas, los científicos y técnicos y la sociedad en general.

De ahí que el establecimiento de procedimientos para evaluar los riesgos potenciales para el ambiente y la salud estuviera resultando también muy controversial, ya que no sólo incluía los requisitos básicos para una regulación, que son: seguridad, calidad y eficacia, también se estaba tratando de incluir un cuarto criterio acerca de justificaciones socioeconómicas¹⁹ para la aprobación de nuevos productos (Possas *et al.*, 1993:32). Lo anterior estaba ocu-

¹⁹ Si se acepta que los efectos de los OGM al ser liberados al medio ambiente pueden variar dependiendo de la construcción genética utilizada, del organismo en que se inserta, del entorno ambiental, de las prácticas culturales seguidas y que además varían en el tiempo, es clara la necesidad e importancia de utilizar criterios socioeconómicos. Pero es importante reconocer también que ello implica dificultades metodológicas y de recursos humanos, económicos y de tiempo para su realización, especialmente para países de menos desarrollo.

riendo por diferentes razones, tales como: las múltiples dimensiones de los posibles efectos de las innovaciones biotecnológicas –en especial de las plantas transgénicas– al ser liberadas al ambiente. Además, los procesos de evaluación de riesgos estaban presentando dificultades inéditas para la introducción de la biotecnología en la agricultura: ¿cómo evaluar una planta que producía su propio insecticida?

Era importante también el propio momento histórico en el que estaba surgiendo la biotecnología en el mundo, después de una serie de desastres ambientales provocados por efectos de la introducción de diversos productos y procesos tecnológicos, lo cual había generado desencanto social ante la ciencia y la tecnología y había erosionado la confianza de los ciudadanos de países más desarrollados en sus instituciones. Pero muy especialmente por el reconocimiento y logros de organizaciones ambientalistas en el mundo, así como de grupos de consumidores que desde los ochenta habían encontrado distintos motivos para luchar en contra de la agrobiotecnología: los posibles efectos en la salud, en la biodiversidad, en la práctica agrícola, en el control corporativo sobre la investigación y las semillas, en el derecho a saber qué es lo que se está comiendo, etcétera.

Para contrarrestar esa desconfianza en las instituciones, los proponentes de la agrobiotecnología eran muy cautelosos en la evaluación de sus productos e incluso estaban realizando evaluaciones de tipo voluntario y con gran apertura al público. Así, en el caso del tomate de madurez retardada desarrollado por Calgene en Estados Unidos –al que el USDA le había otorgado la autorización para comercialización desde 1992– la empresa fue muy cautelosa en su comercialización y se sometió a una serie de evaluaciones de carácter voluntario ante la Food and Drug Administration (FDA) para demostrar su inocuidad siendo que se trataba de un producto cuyos riesgos para el ambiente y la salud se consideraban insignificantes.²⁰ El tomate de madurez retardada de Calgene

²⁰ El tomate de madurez retardada había sido obtenido utilizando técnicas de ADN_r pero no era un producto transgénico.

no fue comercializado sino hasta 1994²¹ y, como ya se señaló, desde el principio desató críticas duras desde la sociología rural por la escasa relación de este producto con las promesas de la biotecnología;²² sin embargo, sus posibles efectos a la salud y al ambiente no enfrentaron críticas mayores.

Segunda etapa: los cuestionamientos

La introducción de plantas modificadas genéticamente en la agricultura empezó a extenderse de manera notable en la segunda mitad de los noventa: así entre 1996 y 1998 el área total de cultivos transgénicos se incrementó de 1.7 a 27.8 millones de hectáreas, contabilizando 44.2 millones de Ha. para el 2000. Una alta proporción de estas plantas ha sido cultivada en Estados Unidos (68 por ciento) pero también en Argentina (23 por ciento), Canadá (7 por ciento) y China (1 por ciento). El restante 1 por ciento del área en el año 2000 se distribuyó en 9 países dentro de los que destacaron Sudáfrica, Australia y México (James, 2000:2-5).

Este patrón de distribución en el 2000 —donde el área cultivada de plantas transgénicas en algunos países europeos era parte del 1 por ciento restante del total de plantas cultivadas en el mundo—, reflejaba el rechazo que había sufrido este tipo de cultivos en los países de la Unión Europea en la segunda mitad de los noventa. En efecto, mientras que en Estados Unidos había ocurrido una rápida expansión de los cultivos transgénicos en el periodo, la penetración de la biotecnología agrícola en la Unión Europea se había frenado por diferentes aspectos sociales, económicos y políticos —cuya importancia relativa ha sido destacada de mane-

²¹ Aunque las primeras plantas modificadas genéticamente fueron comercializadas por China, a principios de los noventa, el tomate de madurez retardada de Calgene es reconocido como la primer planta transgénica para uso en alimentación que fue comercializada en un país desarrollado —Estados Unidos 1994.

²² Véase Koplenburg, 1994:24.

ra distinta desde ambos lados del Atlántico—²³ que en última instancia reflejaba las diferencias y compleja interacción de factores, actores y contexto que influenciaba la formación del mercado de la biotecnología agrícola en ambas regiones. En pocos años fue evidente que los consumidores europeos y los estadounidenses reaccionarían de manera diferente a los alimentos modificados genéticamente. Esta respuesta diferenciada de parte de los europeos también se explica por la muy particular política alimentaria que como comunidad han desarrollado en los últimos tiempos.²⁴

Pero el patrón de distribución de cultivos transgénicos también mostraba la escasa penetración que tenían dichos cultivos en los países de menos desarrollo y alejaba los temores que surgieron una década antes en estos países, acerca de ser utilizados como territorio de prueba de OGM. Para Macilwain, los estruendosos argumentos entre quienes estaban a favor y en contra de los cultivos modificados genéticamente en Europa y Estados Unidos estaban oscureciendo las profundas ramificaciones de estos cultivos para los países de menos desarrollo, donde la agricultura constituye la actividad económica predominante y la seguridad alimentaria es una alta prioridad política. Según Macilwain, en la segunda mitad de los noventa en los países de menos desarrollo se extendieron los desacuerdos acerca de la seguridad ambiental; además, para muchos de ellos, una interrogante fuerte era acerca de cómo obtener acceso a una tecnología que se desarrollaba, patentaba y era estrechamente controlada por investigadores y corporaciones en países desarrollados (1999:341-345).

Y es que con la comercialización de la primera planta transgénica en Estados Unidos, la industria semillera empezó a hacer más evidentes una serie de cambios estructurales asociados a un gran proceso de consolidación que ya tenía en marcha algún tiempo.

²³ Para algunos analistas, el debate en torno a los OGM aplicados a la agricultura es un debate Transatlántico.

²⁴ Para conocer con detalle la concepción europea del desarrollo agrícola y sus políticas, véase León, 1999.

La última onda de consolidación empezó con la decisión de la empresa Monsanto de adquirir Dekalb en 1996.²⁵ Según Jolie y Lemarié, este cambio estratégico –tener una presencia en la industria de semillas más que ser un proveedor de genes– fue seguido por el establecimiento de un gran número de sociedades, fusiones y adquisiciones que no eran solamente específicas de la industria de semillas, sino de una reestructuración en marcha de la industria farmacéutica (1998:85-90).

En efecto, desde los ochenta y noventa, a escala internacional, hubo una gran proliferación de interacciones de las empresas biotecnológicas –especialmente del área farmacéutica– con diversos grupos y empresas de sectores de ciencia y tecnología, una gran cantidad de fusiones y asociaciones con otros sectores de industria y con empresas de servicios. Las empresas que combinaban bajo un mismo techo productos como las semillas, agroquímicos, productos veterinarios y productos de medicina humana empezaron a ser identificadas como empresas de ciencias de la vida.

Estas empresas utilizan su conocimiento acerca de los organismos vivos para producir semillas que integran su propio sistema de protección de cultivos, así como agroquímicos, productos terapéuticos y de diagnóstico para la salud humana y animal. La idea de combinar toda esta serie de actividades productivas surgió desde la segunda mitad de los ochenta. En aquella época, la biotecnología moderna aplicada a la agricultura se concentraba en actividades de I&D; las aplicaciones en la industria farmacéutica empezaban a comercializarse y habían generado una interesante experiencia en aspectos regulatorios en bioseguridad y protección de la propiedad intelectual que se creía podrían ser de utilidad para la etapa de desarrollo en que se encontraban las innovaciones agrobiotecnológicas. Además, de manera muy importante, las

²⁵ Es importante destacar que desde antes de tomar esta decisión Monsanto era ya una empresa que manufacturaba productos agroquímicos y farmacéuticos. Desde principios de los ochenta, Monsanto había tomado la decisión estratégica de llegar a ser un líder en biotecnología agrícola; para fines de los noventa, esta empresa había gastado más de 500 millones de dólares en biotecnología de plantas (Bijman, 1999:17).

empresas buscaban obtener sinergias y economías de escala en sus actividades de I&D.

Para Bijman las decisiones estratégicas en las divisiones farmacéuticas de las grandes empresas eran las que estaban determinando la estructura de las divisiones de agroquímicos y semillas y no al revés (1999:14). La realización de las diferentes actividades importantes para desarrollar y utilizar los diversos productos biotecnológicos generaban sinergias, procesos de aprendizaje y posibilidades de compartir recursos tanto en actividades de I&D, como de escalamiento, así como en actividades de tipo regulatorio. Así, el aprendizaje ganado en proteger un nuevo gene o una nueva técnica en el área de salud humana podía ser utilizado en el área de plantas o de salud animal. Entonces la genómica y la bioinformática atrajeron mucha inversión en biotecnología y grandes expectativas acerca de que el conocimiento así generado permitiría entender la función de los genes; aquí también las empresas de ciencias de la vida esperaban muchos de los efectos sinérgicos, ya que las técnicas desarrolladas en genómica podían ser utilizadas en cualquier especie (Bijman, 1999:14-19).

Es indudable también que los avances en biotecnología moderna aplicada a la agricultura permitieron integrar en una misma estrategia de protección de plantas a actividades tan distintas como la producción de agroquímicos y semillas. Según Bijman, el cambio de énfasis en protección de plantas –de protección externa por plaguicidas a mejorar la resistencia interna de la planta por ingeniería genética–, recibió un tremendo impulso entre las empresas de agroquímicos en una época en que el deterioro del ambiente estaba recibiendo mucha atención en sociedades desarrolladas (Bijman, 1999:15).

Para la segunda mitad de los noventa era indudable que la biotecnología estaba creando cambios multidimensionales en la industria de semillas y se esperaban grandes transformaciones en la estructura y dinámica competitiva de esta industria. De hecho, algunos entusiastas analistas financieros de la industria semillera pensaban que si los productos de primera generación –orientados a

protección de cultivos— habían hecho atractivos los reiterados intentos de las empresas de agroquímicos de fusionar a la industria semillera, los productos de segunda generación —orientados a modificaciones de interés para la industria procesadora de alimentos— redefinirían las relaciones de la industria semillera desde los productores hasta los consumidores finales (Shimoda, 1997:29-30), lo cual no dejaba de ser amenazante desde el punto de vista de concentración de poder en torno a la producción de alimentos, como se verá más adelante.

Este tipo de opiniones desató una gran cantidad de fusiones y adquisiciones en la industria de semillas realizada por empresas agrobiotecnológicas y de agroquímicos a precios sensacionales, que coincidía con la introducción comercial de los productos de primera generación que eran adoptados a tasas sin precedentes en algunos países. Para algunos, los elevados precios de adquisición y altas tasas de adopción habían finalmente elevado el valor esperado de la agrobiotecnología.

Así, para Shimoda su aplicación en la agricultura no sólo iba a transformar la estructura competitiva y le daría nueva forma a largo plazo a su posición competitiva, también redefiniría la importancia estratégica de la industria semillera como un todo, en relación con la infraestructura de los agronegocios y de la industria procesadora de alimentos. Para este analista, que toma como base las corporaciones que estaban inmersas en agrobiotecnología a mediados de 1997, serían cuatro o cinco complejos industriales de escala mundial los que podrían combinar agrobiotecnología, semillas, agroquímicos, procesamiento de productos agrícolas a granel y procesamiento de alimentos. Las semilleras que se quedarán fuera de tales corporaciones estarían en desventaja competitiva (Shimoda, 1997:29-30).

Para otros, las fusiones y adquisiciones elevaban las preocupaciones acerca de la creciente concentración de mercado y poder de las empresas de ciencias de la vida; para la segunda mitad de los noventa había un claro traslape entre las empresas dedicadas a la protección de cultivos y a la biotecnología de plantas con las em-

presas semilleras. Al finalizar el tercer trimestre de 1998, tan sólo la empresa Monsanto se había involucrado en 18 adquisiciones y había deshecho su compromiso con American Home Products. Así, completó adquisiciones en el exterior por un valor total de 7.3 billones de dólares en dos años. Novartis se formó por la fusión de Sandoz y Ciba Geigy. Dupont eligió entrar al mercado por medio de *joint ventures* (un total de 20 *joint ventures*) valuadas en más de 5 mil millones de dólares (Moore, 1998). Estas grandes reestructuraciones formaban parte de las noticias de cada día y los movimientos eran tan dinámicos que era difícil mantener actualizado cada nuevo cambio de nombre y estrategias.

Con tales cambios emergía una nueva estructura en el área de plantas. Las megafirmas tenían objetivos globales en la industria de semillas y de agroquímicos. Las nuevas corporaciones esperaban alcanzar ventas anuales en el rango de cinco mil a diez mil millones de dólares; éstas les podían permitir a cada empresa destinar más de 500 millones de dólares para actividades de I&D. Para tener una idea en términos comparativos de lo que esto representaba, la empresa Pioneer –líder global en el mercado de semillas– tenía ventas anuales de 1.7 mil millones de dólares, e invertía 136 en I&D (Joly y Lemarié, 1998: 85-90). Invertían en I&D porque les permitía la aplicación combinada de conocimiento derivado de varias disciplinas de ciencias de la vida. La sinergia de campos como la genómica funcional y la bioinformática en el mejoramiento de cultivos y en el desarrollo de proteínas terapéuticas para salud humana eran ampliamente reconocidas. En opinión de algunos analistas, en caso de materializarse los desarrollos tecnológicos resultantes de tales inversiones, el sistema europeo de investigación/industria podría encontrarse asimismo en una mala posición en los siguientes diez años (Joly y Lemarié, 1998:85-90).

La emergencia de la agrobiotecnología era una fuerza mayor en este proceso de integración y las empresas de agroquímicos eran los actores principales en la “agitada etapa de los negocios de la biotecnología de plantas.” Así, la estrategia de ciencias de la

vida adoptada a principios de los noventa por Monsanto era seguida de manera sistemática por algunas empresas europeas de agroquímicos y farmacéuticos, como Novartis, Astra-Zéneca, Aventis, Bayer y BASF (Bijman, 2001:26-31).

Pero una cosa eran las sinergias que las empresas de ciencias de la vida podían obtener en I&D, de los recursos destinados a la protección de la propiedad intelectual, así como de su experiencia en aspectos regulatorios, y otra muy diferente eran los aspectos relacionados con la comercialización de los productos biotecnológicos. Los mercados para productos agrícolas y los relacionados con la salud no sólo eran muy diferentes en tamaño, perspectivas de crecimiento y rentabilidad, sino que los primeros empezaron a enfrentar más problemas de los esperados en aspectos regulatorios y en la aceptación del público; de ahí que desde fines de los noventa las empresas plantearan la conveniencia de repensar los efectos sinérgicos de la farmacéutica y los agronegocios (Bijman, *Monitor* 40:18). En efecto, los mercados de la agricultura crecían lentamente por las preocupaciones del público europeo, que no permitían hacer buenos pronósticos sobre la recuperación de las inversiones de las compañías de agroquímicos.

Novartis y Astra Zéneca fueron las primeras en reconsiderar su estrategia en ciencias de la vida. En octubre de 2000 separaron sus actividades de agronegocios (protección de cultivos, biotecnología de plantas y semillas) y formaron una nueva empresa: Syngenta. Aventis y Pharmacia&Upjohn –que habían adquirido Monsanto en abril de ese año– también siguieron ese ejemplo. Esta nueva estrategia en el campo de las agrociencias y los agronegocios no ha sido bautizada todavía.

Pero es importante destacar que así como fueron múltiples los factores que influyeron en la rápida consolidación de las empresas de ciencias de la vida, también han sido muy diversos los que en muy corto tiempo han provocado retrocesos y replanteamientos en sus estrategias. En el centro de todas estas reestructuraciones la industria semillera ha sido un actor principal.

Según Kalaitzandonakes, existían algunas posibles explicaciones acerca de la acometida que estaba experimentando la industria de semillas (1998:40-42):

- La semilla había probado ser el mecanismo de elección para la introducción de las innovaciones agrobiotecnológicas.
- Las ciencias de la vida vendidas como concepto: una plataforma tecnológica incluyendo capacidades complementarias en farmacéutica, química y biotecnología.
- El involucramiento de la investigación agrícola en genómica que había elevado los presupuestos de I&D.
- El que las patentes sólo proporcionaban una débil protección a las empresas biotecnológicas; lo que daba como resultado que éstas se involucraran en la realización de fusiones y adquisiciones de activos para la distribución de las innovaciones (léase semilleras) como un medio de capturar el valor de su tecnología (1998:40-42).

Los recientes retrocesos en la estrategia ponen de manifiesto la importancia de los dos argumentos extremos para que las nuevas empresas con intereses en agrobiotecnología mantengan a las semilleras como uno de los eslabones centrales en la cadena de valor de sus actividades. Sin embargo, estos cambios estructurales que han sufrido las corporaciones agrobiotecnológicas y las empresas semilleras, al igual que los aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual se han asociado con cuestiones de seguridad alimentaria tanto en países con mayor desarrollo como en los que tienen un desarrollo menor.

Formación del mercado agrobiotecnológico en Europa y Estados Unidos

En el periodo 1995-2000, el contraste entre Estados Unidos y Europa en cuanto a la facilidad de introducción de alimentos

modificados genéticamente era notable. En el primero los aspectos regulatorios habían tomado su lugar después de un largo debate; el público en su mayoría no tenía problemas para aceptar los OGM, por lo que la explotación comercial de la biotecnología estaba bien afianzada con una serie de productos aprobados y millones de hectáreas plantadas con los nuevos productos. En contraste, según Gaskell, el ciclo de innovación en Europa estaba en una etapa más temprana, los aspectos regulatorios eran muy disputados, tanto a nivel colectivo como nacional, se había realizado poca investigación en aspectos ambientales y la tecnología en sí misma era poco familiar al público. La introducción de productos modificados genéticamente en esta etapa del ciclo de vida de la tecnología ha tenido grandes impactos que se han visto acentuados por aspectos como el de la crisis de “las vacas locas” (2000:87-96), con sus consecuentes efectos en el incremento de la desconfianza hacia instituciones públicas.

A fines de octubre de 1998, cinco de los estados miembros: Austria, Francia, Grecia, Luxemburgo y el Reino Unido, habían impuesto prohibiciones específicas o alguna forma de moratoria a las plantas modificadas genéticamente. Pero una cosa era la interpretación que hicieran formuladores de políticas y funcionarios gubernamentales acerca de los riesgos que la introducción de la agrobiotecnología podría representar para la economía y la sociedad, y otra la percepción que había en la sociedad europea acerca de las plantas transgénicas, sus riesgos e intereses. Cabe destacar que las actitudes hacia la biotecnología eran diferentes según el tipo de aplicación; positivas para terapéutica humana y negativas para aplicaciones en alimentos. Estas últimas, según Joly y Lemarié no sólo se debían a la percepción de los riesgos, sino a la carencia de utilidad percibida por la sociedad europea acerca de las innovaciones agrobiotecnológicas (1998:85-90).

Según Haniotis, existe una fuerte creencia en la Unión Europea de que una tecnología no debe ser utilizada sólo porque se encuentre disponible. Desde este enfoque crítico del avance de la ciencia, son los consumidores quienes deberán juzgar cada caso

según sus méritos, como lo han hecho en el caso de las aplicaciones médicas de la biotecnología –ampliamente usadas y aceptadas en la Unión Europea. Para hacer un juicio informado deben estar conscientes de los riesgos y beneficios de la tecnología en cuestión. El asunto político en la Unión Europea, por tanto, no es usar o no la biotecnología en la agricultura, sino cómo hacerlo de una manera segura y fructífera que sea aceptada por los consumidores. Garantizar la seguridad y calidad del alimento es por tanto fundamental y una alta prioridad para la industria, productores, comercializadores, así como para formuladores de política (2001:175).

Según Verdurme *et al.*, los recientes escándalos en Europa en torno a las vacas locas, las dioxinas y la fiebre aftosa habían atraído la atención hacia la naturaleza de la cadena moderna de suministro de alimentos y de las prácticas que en ésta se empleaban, acerca de las cuales muchos consumidores no estaban conscientes o de plano ignoraban. Los escándalos habían minado la confianza pública en la seguridad del suministro de alimentos y habían intensificado, a la par, una serie de preocupaciones en torno a la industrialización de la producción de alimentos. Esta actitud reluctante hacia las tecnologías de producción de alimentos hacía muy difícil la aceptación de nuevas tecnologías como la ingeniería genética (Verdurme *et al.*, 2001).

Pero estas reacciones diferentes entre los consumidores de Europa y Estados Unidos respecto de los OGM no siempre fueron así. En 1996, los supermercados Sainsbury's y Safeway del Reino Unido fueron los primeros en lanzar un puré de tomate enlatado hecho a partir de tomates modificados genéticamente. El producto fue etiquetado abiertamente como OGM, se vendió a un sobreprecio de 25 por ciento y logró una participación de mercado de 150 por ciento en relación con el puré de tomate común de origen italiano (Kane, 2001:234-235).

Pero todo esto cambió pocos años después; según Kane, gracias a los esfuerzos combinados de los grupos de consumidores y la prensa quienes crearon una preocupación acerca de los OGM que dio como resultado lo que hoy es descrito como una impor-

tante victoria para los consumidores del Reino Unido: las ventas del puré de tomate empezaron a descender y nunca se recuperaron. Los clientes de los supermercados empezaron a comprar sus víveres en pequeñas cadenas comerciales que estaban sacando ventaja del furor que provocaban sus carteles de propaganda anunciando que en sus establecimientos sólo se vendían productos que no eran OGM (Kane, 2001:234-235).²⁶

Pero este tipo de grupos no podría haber actuado en un vacío. Todo lo anterior ha sido el resultado combinado de múltiples aspectos: los escándalos en torno al manejo de la seguridad en los alimentos que habían minado la confianza pública en las instituciones europeas encargadas de estos rubros; objeciones de tipo ético, preocupación acerca de los efectos desconocidos de largo plazo que los OGM podrían tener en la salud y en el ambiente, etcétera. Pero también había temores acerca del liderazgo inducido por las grandes empresas multinacionales en el mercado de los OGM; para Bonny, era evidente que había varios remores y objeciones al funcionamiento actual de la sociedad que estaban cristalizando en torno a los OGM; éstos, además, eran rechazados al ser identificados como un símbolo de tendencias de evolución económica que eran percibidas muy negativamente (Bonny, 2001; Azucena y Albisu, 2001; y Verdurme *et al.*, 2001).

Esta gran concentración de poder en una industria que desafiaba fronteras y gobiernos hizo surgir, casi como ley física, algunos contrapesos, ONG ambientalistas y organizaciones de consumidores con la habilidad de enrolar nuevos actores hacia sus objetivos: redefinir diferentes aspectos de la agrobiotecnología en función de consideraciones que son importantes para la vida humana y/o el ambiente y cuestionar el papel de instituciones gubernamentales para establecer regulaciones que garanticen un beneficio social más amplio (González, 2000:62).

²⁶ Las críticas desde Estados Unidos no se hicieron esperar, los europeos eran caricaturizados como tecnofóbicos, antiamericanos y poco inclinados a correr riesgos. Además, se afirmaba que los europeos tenían gran desconfianza en sus autoridades regulatorias. Una broma común a fines de los noventa era decir que el americano era un europeo que tomaba riesgos.

Por ejemplo, existía preocupación de que la naturaleza de la agricultura global y la relación entre productores y otros elementos del sistema alimentario sufrieran cambios radicales; en particular, el que las semilleras fuesen absorbidas por las corporaciones agrobiotecnológicas suscitaba temores tanto en sociedades desarrolladas como de menos desarrollo. Igual suerte corrían los aspectos de propiedad intelectual y los de bioseguridad.

Además, la habilidad de los nuevos actores para enrolar a otros actores hacia sus objetivos iba más allá de su habilidad para comunicar sus puntos de vista; según Aerni,²⁷ avances recientes en materia de investigación sobre percepción pública, han reconocido la influencia tanto de los nuevos movimientos sociales, como de los medios masivos en la opinión pública y han cambiado su enfoque del análisis de percepción individual a la investigación del nivel de acción social y a la formación de oposición.

El éxito de los nuevos actores para enrolar a otros y atraer la simpatía pública no se podría explicar sin tomar en cuenta el contexto: por un lado, la experiencia y legitimidad que el movimiento ambientalista le había otorgado a la acción social y por otro, la facilidad de comunicación que otorgan la internet y el correo electrónico. A diferencia de una red “dura” de desarrollo y adopción de una tecnología donde los intermediarios intercambiados incluyen conocimiento generado en proyectos de investigación, protocolos de la misma, recursos financieros, prototipos, etcétera, las redes de los nuevos actores intercambian, en muchos casos, principalmente mensajes y tácticas.

Por supuesto, el tipo de argumentación manejado por estos grupos en torno a las nuevas tecnologías requiere de una adecuada preparación y solidez, pero su actuación requiere también de la existencia de instituciones democráticas y de marcos legales que les permitan fincar demandas en caso necesario. Cabe destacar que en países con un mayor perfil educativo e instituciones democráticas adecuadas, las tácticas utilizadas por estos nuevos actores han dado frutos rápidamente. Lo anterior guarda también una

²⁷ Citado por González, 2000:62-65.

estrecha relación con lo señalado por Feenberg, respecto de que la tecnología abre un espacio dentro del cual la acción puede ser funcionalizada en cualquiera de dos formas de sistema social: un sistema tecnocrático basado en el control desde arriba y uno democrático en el cual el control se ejerce crecientemente desde abajo. Es un sistema multiestable y ambivalente que puede ser organizado alrededor de, al menos, dos hegemonías, dos polos de poder, entre los cuales es posible moverse. La democratización puede ser conceptualizada en estos términos como una potencialidad inmanente de sociedades tecnológicamente avanzadas (1998:3).

Para Gaskell, una cosa era clara: la opinión pública no podía ser ignorada. Ésta ha formado y continúa formando el ambiente social y político de la biotecnología moderna y como tal tendrá una influencia determinante en la trayectoria misma de la tecnología. Para este autor, de manera interesante, esta descripción no ha sido un proceso de una sola vía, existe evidencia de que, en reacción a las controversias europeas, el público norteamericano ha llegado también a tener problemas con la biotecnología: como ejemplo está el que algunos representantes de la industria agroalimentaria norteamericana anunciaran que sus insumos e ingredientes no son ni contienen OGM. Lo anterior para algunas de sus líneas de alimentos populares²⁸ (Gaskell, 2000:87-96).

Bajo esta dinámica de la opinión pública, en Europa se han establecido controles muy estrechos en torno a los OGM con regulaciones especiales –al contrario de Estados Unidos, donde la misma legislación es aplicada a toda clase de productos. Y es que en Europa, desde 1997, se estableció el principio precautorio como una subagenda en casos donde no hubiera evidencia probada.²⁹ Además, en la Unión Europea el proceso involucra –como en cual-

²⁸ Uno de los más reconocidos popularmente es McDonald's.

²⁹ En 1997 la Unión Europea adoptó una nueva política en alimentos, basada en la premisa de que la completa evidencia científica tenía que ser tomada en cuenta cuando se decidieran medidas legislativas u otras medidas de seguridad. Si la evidencia científica era incompleta o no convincente podría ser necesaria una total re-evaluación. En adición, en todas las etapas de la cadena alimenticia habría responsabilidad clara para la seguridad y sanidad de los alimentos (Carsin, 2000:132-136).

quier otro asunto importante— muchos compromisos entre países e instituciones, que han hecho que el proceso completo sea lento e inestable (Azucena y Albisu, 2001). Este largo debate en Europa refleja las visiones divergentes y necesidades de los diferentes actores involucrados: consumidores, grupos ambientalistas, productores, funcionarios gubernamentales y empresas de los diferentes estados miembros, y claramente va más allá de una guerra comercial entre la Unión Europea y Estados Unidos.

Formación del mercado en países de menos desarrollo

Excepto Argentina, el segundo país en el mundo donde más se han cultivado OGM, en el resto de los países de menos desarrollo estos cultivos tienen una escasa penetración. Las razones son diversas y abarcan desde aspectos de mercado (las innovaciones no fueron desarrolladas para responder a necesidades de dichos países), la situación de la propiedad intelectual y las posibilidades de instrumentar —a juicio de las empresas agrobiotecnológicas— una adecuada protección en la materia que les garantizara la recuperación de sus rentas de innovación,³⁰ hasta el incipiente estado de las regulaciones en materia de bioseguridad en dichos países lo que —a juicio de las empresas— representaba riesgos para sus importantes inversiones en el desarrollo de innovaciones. Pero también en los países de menos desarrollo se empezaron a externar una serie de temores respecto de los posibles efectos que la introducción de OGM podría representar para la biodiversidad.

Más recientemente se han expresado diferentes cuestionamientos acerca de la idoneidad de las innovaciones para dichos países *versus*

³⁰ Según Hayenga, el uso de contratos con restricciones por parte de Monsanto ha sido una manera muy innovativa de capturar una parte significativa del valor de las innovaciones parentadas. En estos contratos, los productores agrícolas que compran la semilla de Monsanto, tienen que firmar un contrato donde garanticen que la semilla no será reusada en el siguiente año. Este tipo de contratos ha sido muy importante para soya donde la proporción de semilla ahorrada es significativa (1998:43-55). Los contratos con restricciones fueron utilizados en México.

las alternativas ofrecidas por la agroecología y la agricultura tradicional. Pero como telón de fondo de algunas de estas controversias están los cambios estructurales que sufre la industria agrobiotecnológica y la asociación de esto con la seguridad alimentaria.

Los aspectos de propiedad intelectual y sus sistemas de protección tecnológica parecían demasiado amenazantes para la seguridad alimentaria; en particular, para el acceso de los productores de países de menos desarrollo. Así, los primeros criminalizaban una actividad que había hecho posible el avance de la agricultura: guardar los productos con mejores características como semilla de un ciclo para el siguiente. Los sistemas de protección tecnológica como el *terminator*, por su parte, podían volver inviables algunos cultivos vía flujo genético o hacer que el productor incurriera en lamentables pérdidas al sembrar de manera no intencional semillas que no pudieran germinar.

Por otro lado, si bien es cierto que una actividad innovativa requiere de recompensas, en los países de menos desarrollo —de donde las empresas obtenían el material del que partían para desarrollar sus innovaciones y para el cual había libre acceso, ya que era del dominio público— empezó a crecer un sentimiento de injusticia ante lo que estaba ocurriendo en materia de propiedad intelectual en algunos países desarrollados: se estaban otorgando patentes a empresas y/o particulares sobre variedades mejoradas por productores de países de menos desarrollo, que además ya estaban en uso desde hacía tiempo —por lo que, además, las patentes concedidas no cumplían con el requisito de novedad.

Aparte de que lo anterior representaba un robo a la propiedad intelectual de productores de países de menos desarrollo, podía dar como resultado que éstos se vieran obligados a pagar DPI —a innovaciones por ellos desarrolladas—³¹ al intentar exportar dichos productos a los países donde se hubieran otorgado patentes. Otra

³¹ Un caso muy conocido es el del frijol Enola, desarrollado en México desde hacía tiempo y patentado recientemente en Estados Unidos. Los productores mexicanos que estaban exportando el producto se vieron obligados a pagar derechos cuando fue aprobada una patente en Estados Unidos.

modalidad que causaba mucha incomodidad en países de menos desarrollo y que además era una aberración de la definición original de patente era el cambio de invención a descubrimiento.

Por lo anterior, desde los países de menos desarrollo empezaron a surgir iniciativas anti OGM –especialmente a partir de la reunión celebrada en Cartagena, Colombia, a principios de 1999, para la firma del protocolo internacional de bioseguridad–³² las cuales cuestionaban los posibles beneficios que estos productos podrían representar para su economía, su sociedad y muy especialmente para su biodiversidad. Muchos países de menos desarrollo son centro de origen y diversidad de varios cultivos que eran objeto de transformaciones por las grandes empresas agrobiotecnológicas. Por su parte, países como México desde hacía algunos años habían empezado a realizar reuniones nacionales e internacionales sobre los riesgos que los nuevos desarrollos podrían representar para su cultivo más importante en términos sociales, económicos y culturales: el maíz. Desde fines de 1998 se había acordado una moratoria no sólo para la liberación comercial del maíz transgénico, sino también para la liberación experimental de este cultivo. Lo anterior ocurrió antes que surgieran los escándalos internacionales respecto de los posibles riesgos de los OGM para el ambiente y la biodiversidad.³³ Esta situación plantea diferencias importantes e independencia respecto del llamado debate trasatlántico en torno a la biotecnología

Pero también, desde los países de menos desarrollo se expresaban dudas acerca de si los productores de menos recursos real-

³² En febrero de 1999 se llevó a cabo una reunión en Cartagena, Colombia, para firmar el protocolo de bioseguridad. Éste no fue firmado en esa ocasión porque un conjunto de países conocido como el Grupo Miami –integrado por Estados Unidos, Canadá, Australia, Chile, Argentina y Uruguay– objetaron algunos de los puntos clave. Este hecho atrajo la atención mundial así como la de muchas organizaciones de la sociedad civil tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo y contribuyó a darle unidad a una serie de corrientes anticapitalistas y antiglobalización, en torno a los OGM.

³³ Se refiere a la publicación en *Lancet* y en *Nature* de algunos resultados de investigación que alertaban sobre posibles efectos inesperados de los OGM.

mente podrían tener acceso a dichas innovaciones: en primer lugar, al estar este campo claramente en manos del sector privado, los desarrollos eran orientados para satisfacer las necesidades de mercados rentables, se transformaban variedades desarrolladas y/o adaptadas para grandes extensiones de terreno y climas templados; eran variedades homogéneas que muchas veces no respondían a los múltiples problemas que encaraban los productores de países de menos desarrollo. Por supuesto, algunas de esas variedades se introducían con buenos resultados en estos países pero, salvo algunos programas de demostración, las variedades se estaban difundiendo en las zonas agrícolas de mayor desarrollo, en donde la población rural tenía un mayor grado de preparación y bienestar y donde la infraestructura agrícola y de extensión estaba más desarrollada y existían apoyos de autoridades sanitarias.

De ahí que los argumentos de que la agrobiotecnología era muy importante para resolver el hambre en el mundo y de que podría proveer beneficios significativos para pequeños productores empezaran a ser muy cuestionados en países de menos desarrollo, tanto desde organizaciones ambientalista de tipo internacional, pero también por una serie de ONG locales, así como por organizaciones de pequeños y medianos productores agrícolas que empezaron a ver a la agrobiotecnología como una amenaza.

Muchos de los cuestionamientos se estaban traduciendo en regulaciones de bioseguridad estrictas y difíciles de cumplir por los recursos humanos, técnicos, económicos y de organización que implicaban. Según Macilwain si los beneficios potenciales de los OGM podían ser considerables para los países de menos desarrollo, los riesgos eran difíciles de manejar. Muchas naciones pobres, pero con una gran biodiversidad, se sentían particularmente vulnerables a la contaminación genética. Por su parte, algunos críticos de la agrobiotecnología enfatizaban que los países de menos desarrollo estaban mal equipados para resolver cualquier problema ambiental o de salud que pudiera surgir.

Para Álvarez-Morales, destacado investigador mexicano y especialista en bioseguridad, el reto que la protección del ambiente

y la biodiversidad representaba para países de menos desarrollo no se resolvía con moratorias a la liberación experimental y comercial de OGM, ni los liberaba de la responsabilidad de monitorear sus posibles efectos.³⁴

Tercera etapa: ¿expansión de costos netos?

Para principios de 2000 y después de un año de intensas negociaciones en torno al Protocolo de Bioseguridad, éste fue firmado en Montreal. Según Josling, hubo tres aspectos importantes en torno a la firma y el impacto que podría tener el protocolo en la regulación del comercio biotecnológico: el primero estaba relacionado con la importancia que tiene en sí el hecho de haber alcanzado un acuerdo que tenía una amplia aceptación entre gobiernos preocupados en torno a los organismos genéticamente modificados y ONG. Lo anterior ha sido importante para disminuir tensiones entre los involucrados. En segundo lugar, el hecho de que aunque Estados Unidos no fuera una de las partes firmantes del protocolo³⁵—aspecto que pudiera ser interpretado como que debilita el acuerdo—, no eliminaba la posibilidad de que ese país cooperara en actividades que permitieran a los importadores operar bajo los términos del protocolo (2001:126-127).

En tercer lugar, el hecho de que el acuerdo por sí mismo tuviera una “ambigüedad constructiva”. Ésta era necesaria para hacer posible que países con diferentes puntos de vista firmaran el protocolo. Algunos de éstos giraban en torno a la relación entre el protocolo y la OMC, en especial en lo relativo al acuerdo SPS,³⁶ que había sido una fuente mayor de preocupación para el

³⁴ Esta afirmación del doctor Álvarez-Morales (2000) se comprobó un año después, cuando, a pesar de la moratoria establecida en México para la liberación experimental y comercial de cualquier variedad de maíz transgénico, se encontraron evidencias de contaminación genética en diversas variedades nativas de este cultivo.

³⁵ Estados Unidos no firmó el CDB, de cuyo mandato se deriva el protocolo de bioseguridad.

³⁶ Se trata del Acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias de gran importancia en el marco de la OMC.

Grupo Miami, la medida en la cual el rechazo del AFP debería estar basado en evidencia científica —y si los países podían adoptar el enfoque precautorio en la ausencia de un adecuado conocimiento científico.

Para este analista, en cada uno de los tres aspectos la ambigüedad servía para facilitar el acuerdo entre las partes y permitía posponer el momento en que las interpretaciones conflictivas tuvieran que ser reconciliadas (2001:128-129). Cabe resaltar que a fines de 2001 el protocolo había sido ratificado por muy pocos países y se seguía posponiendo la reconciliación de tales interpretaciones conflictivas. En el caso de México, éste fue firmado por el Senado mexicano el 30 de abril de 2002.

Pero al margen de la firma del protocolo, a la par que la globalización llegaba a ser cada vez más importante, también iban cobrando relevancia distintos aspectos regulatorios y los traslapes en las competencias de diferentes organizaciones incrementaban la complejidad. En la medida que las agencias ambientales multilaterales se desarrollaban, y su alcance abarcaba transacciones internacionales, los conflictos potenciales se multiplicarían (Josling, 2001:126-127).

Los aspectos de propiedad intelectual, por su parte, seguían despertando conflictos difíciles de resolver; en particular, la interrogante acerca de quién controla los componentes esenciales de la tecnología seguía siendo muy controversial. Al respecto, una respuesta obvia podría ser incorporar la tecnología en el sector público u otorgar licencias para que el uso de la tecnología se hiciera disponible más rápidamente a otras firmas y a las agencias públicas, etcétera; pero moverse en esas direcciones podría disminuir el magnetismo que actualmente tienen las actividades de investigación y desarrollo para el sector productivo.

Por otro lado, en materia de propiedad intelectual también se expresaban críticas acerca de lo inapropiado de los sistemas de propiedad intelectual que se estaban instrumentando para la materia viva. Para Junne el cambio de invención a descubrimiento en el patentamiento de plantas podía ser visto como una aberración

de la definición original de una patente. Y si realmente impide el acceso de los países de menos desarrollo a sus propias variedades convencionales, podría conducir a una protesta pública de tal magnitud, que pudiera minar el sistema total de patentes. Según este investigador, el sistema debería ser cambiado para otorgar derechos de custodia más fuertes que protejan mejor a las variedades de plantas y a los recursos genéticos atribuidos a la apelación de origen –artículos 22-24 de TRIPS. En una nueva economía la propiedad intelectual en general tendría que ser redefinida en una manera que tomara mejor en cuenta las múltiples contribuciones internacionales de una sociedad red a cualquier simple invención. La innovación es un proceso colectivo más que un acto individual (Junne, 2001:1-4).

Para Josling, a menos que el público esté convencido de que la agrobiotecnología, en general, y los alimentos modificados genéticamente, en particular, permanecen en el interés público, los obstáculos regulatorios y de la sociedad civil continuarían siendo colocados cada vez más altos, hasta que el interés del sector privado en la tecnología llegara a desaparecer (Josling, 2001:130).

Existe bastante acuerdo entre los diferentes analistas del campo de la biotecnología de plantas acerca de la necesidad de identificar, cuidadosamente, sus futuros desarrollos a fin de que, a lo largo de todo el proceso de desarrollo y uso, los beneficios y costos de este tipo de tecnologías se repartan de manera más equitativa.

El efecto en cascada del rechazo que se ha observado en Europa, por parte de los consumidores hacia los alimentos genéticamente modificados, así como a las empresas procesadoras de alimentos y comercializadoras ha elevado la interrogante del umbral que puede alcanzar la expansión de estos productos. Parecería que la estrategia de las empresas agrobiotecnológicas enfocadas a rasgos de insumos tiene que ser readaptada a rasgos de calidad en productos, o bien hacia una estrategia orientada a los consumidores.

Como resultado de las crisis europeas los consumidores podrían llegar a transformarse en una fuerte oposición hacia los OGM; éstos podrían coexistir con otros alimentos, pero a un menor pre-

cio. El precio-premio podría ser para los alimentos que no fueran OGM. Por su parte, los productores de OGM podrían encarar serios problemas económicos por la necesidad de separar no sólo el equipo, sino el sistema entero de procesamiento entre los OGM y los que no lo son.

Con esta situación se daría un giro de 180 grados desde que se comercializó el primer puré de tomate modificado genéticamente. En aquel entonces, la percepción que dominaba acerca de los OGM estaba asociada al futuro y a un progreso tecnológico brillante. Lo anterior no hace sino poner de manifiesto la importancia de la opinión pública (Azucena y Albisu, 2001).

Para Gaskell, la opinión pública debe ser vista como parte del ambiente simbólico que influye en la trayectoria de nuevas tecnologías. Éstas pueden desarrollarse dentro de un contexto de apoyo público, o bien como sucede actualmente en Europa donde la opinión pública ha podido restringir e influenciar el curso del desarrollo de la biotecnología (2000:87-96).

Por otra parte, para Sundbo, las posibilidades futuras de la agrobiotecnología dependen de muchos aspectos que no son sencillos de evaluar debido a que involucran incertidumbre científica y valores sociales. Dentro de este contexto el proceso viene a ser político. Cuando hay incertidumbre aunque sea pequeña, ésta es explotada —por algunos de los actores involucrados— y puede influir de manera significativa en la toma de decisiones dentro del proceso político.

Por lo anterior, tan importante como la evolución y el manejo del riesgo lo es su comunicación. La importancia de la opinión pública no debe ser menospreciada, ni ser vista como una reacción a la tecnología; de igual suerte, es importante reconocer que, por el estado actual de la agrobiotecnología, existen una serie de limitaciones, brechas y controversias. Éstas deben ser resueltas generando conocimiento socialmente sólido y transparente, que incluya la participación de las diferentes partes en conflicto:

El otorgar peso a los factores de riesgo sobre la base de una evaluación científica no se realiza en un vacío, si no en un ambiente

concreto de sociedades con preferencias específicas, y las diferencias entre las sociedades algunas veces se reflejan en decisiones diferentes sobre la base de la misma evidencia científica.

Esto no significa traicionar a la ciencia. Por el contrario, es una indicación de respeto hacia lo que realmente es la ciencia: la provisión de conocimiento con un intervalo de confianza; esto es, con un grado de incertidumbre. Tratar a la ciencia como un proveedor de la verdad absoluta (en esencia, como una religión) es estrechar sus límites en una medida que debilita su papel esencial en la formulación de políticas (Haniotis, 2001:176).

III. Propiedad intelectual, bioseguridad y biotecnología en México

Desde principios de los ochenta, los diferentes gobiernos del país se inclinaron hacia la corriente de liberalización económica que recorría el mundo, apertura comercial que implicó necesariamente adecuar marcos legales y modificar políticas en aspectos muy interrelacionados: inversión extranjera, transferencia de tecnología, propiedad intelectual y derechos de autor, que se establecieron en el marco de corrientes defensivas adoptadas por algunos países de menos desarrollo, principalmente en la década de los setenta.¹

En México, el proceso de adecuación en materia de propiedad intelectual se inició en la segunda mitad de los ochenta, pero no fue acorde con lo esperado por los países desarrollados, especialmente por Estados Unidos, que encabezaba las iniciativas para establecer estándares mínimos en la materia; de ahí que nuestro país se viera sometido a presiones comerciales que culminaron con el establecimiento, a principios de los noventa, de un nuevo marco legal para propiedad intelectual, transferencia de tecnología e inversiones extranjeras, en la antesala del Tratado de Libre Comercio.

También las presiones multilaterales desempeñaron su papel, especialmente en el caso de propiedad intelectual, ya que a

¹ Véase Solleiro, 1997:567.

través de TRIPs² —el instrumento internacional más importante para la armonización de legislaciones en esta materia— los países podían ser obligados a adoptar estándares mínimos, lo que reducía de manera considerable su flexibilidad y autonomía al respecto (Solleiro, 1997:569).

Según Solleiro, las modificaciones al marco legal en materia de propiedad intelectual fueron justificadas con argumentos tales como:

- Sin los incentivos que estos derechos representan, el flujo de inversiones, comercio y tecnología hacia países con menores niveles de desarrollo tecnológico e industrial podría ser interrumpido.
- La carencia de una protección efectiva de la propiedad intelectual podría disminuir la capacidad innovadora de la sociedad.

Por otro lado, los opositores esgrimían que la protección monopolística sería utilizada para reservas exclusivas de mercados de importación, y no implicaba esfuerzos para el desarrollo de innovaciones ni para establecer inversiones productivas en el país (1997:573), argumentos que están en estrecha relación con el acceso a la tecnología, objeto de nuestra investigación.

La polémica revela, pues, el doble filo de la propiedad intelectual, específicamente de las patentes, para un país de menos desarrollo, y aunque a principios de los noventa no era posible llegar a conclusiones acerca de los argumentos en pro ni en contra, para algunos analistas era claro que la simple modificación del marco legal en esta materia no sería una condición suficiente para atraer inversión nacional o extranjera a un cierto sector, ni para incentivar la actividad inventiva local (Lorence *et al.*, 1993:13).

A la bioseguridad, en tanto, se le atribuía una importancia relativa menor, no dejaba de ser una preocupación fundamentalmente académica; al respecto, los argumentos destacaban la

² Al igual que en el capítulo anterior se utilizarán las siglas en inglés en lugar de las siglas en español (ADPIC).

conveniencia de contar con un marco que diera mayor certeza a las empresas biotecnológicas, de que sus innovaciones pudieran ser evaluadas y autorizadas en el país por instituciones gubernamentales en las cuales hubiera confianza pública. (Persley *et al.*, 1993:9-11; Possas, 1993:3-12).

Aunque entonces no se concibiera el acceso a la biotecnología –como lo hacemos en esta investigación– en términos de disponibilidad y de capacidad de procesamiento del actor, ambos aspectos permeaban la discusión, especialmente el último era de gran relevancia para México, si se esperaba que la biotecnología incidiera en el desarrollo nacional (Gonsen, 1995:53). Como se verá, la importancia relativa de la propiedad intelectual y la bioseguridad ha variado mucho a lo largo del tiempo; del mismo modo, sus posibles efectos en el acceso y el estudio de cómo se desarrollan los marcos regulatorios puede hacer más explícita la manera en que se involucran diferentes grupos sociales relevantes, de particular interés para los objetivos de nuestra investigación.

Primera etapa

Marcos regulatorios y disponibilidad de la tecnología

Desde el surgimiento de la agrobiotecnología en el mundo se generaron grandes expectativas en países de menos desarrollo, como México, por las posibilidades que ésta ofrecía para revitalizar una serie de actividades productivas relacionadas con la agricultura y la agroindustria, las cuales debían desempeñar un papel importante en las perspectivas de desarrollo del país, impulsadas principalmente desde las áreas académicas involucradas en el desarrollo de este campo (Paredes y Harry, 1985:305-306; Quintero, 1985a:461-464; Viniestra, 1985:115-117). Pero también existían temores de que esta tecnología pudiera orientarse fundamentalmente a reforzar la competitividad de los sectores agrícolas de los países de mayor desarrollo. Uno de los elementos

importantes en la construcción de escenarios era la posibilidad de que los países desarrollados, gracias a ésta, redujeran su dependencia de materias primas y productos agrícolas provenientes de países de menos desarrollo, al poder producirlos en otras condiciones climáticas y ecológicas (Quintero, 1985b:495; 1993:84-86).

Aunque se anticipaba que la mayoría de los países en desarrollo sólo serían usuarios de la tecnología biológica —con mayor dependencia respecto de los nuevos productos y procesos—, algunas de estas predicciones buscaban movilizar a los principales actores para que participaran activamente en este campo, cuyo desarrollo estaría “determinado por la decisión y energía con que los grupos nacionales de diversos sectores participen con tecnología nacional o bien adquiriendo tecnología extranjera, comprándola o por coinversiones” (Quintero, 1985a:475).

En México —cuyas instituciones públicas de educación superior contaban con recursos de alta calificación para I&D— algunos analistas pensaban que la generación de innovaciones para satisfacer las necesidades de los productores de menos recursos —poco atractivos para las empresas que comandaban la agrobiotecnología en el mundo— podría provenir de esos grupos. Éstos, además, tendrían que desempeñar un papel importante en la formación de los cuadros que adaptaran a las condiciones locales las tecnologías transferidas del exterior (Arroyo *et al.*, 1989:14-19; Casas, 1993:13-29; Quintero, 1985a:461-478).

Otros destacaban la necesidad de hacer un análisis realista en cuanto al potencial científico de países como México, al evaluar sus perspectivas en biotecnología aplicada a la agricultura, y afirmaban que se tendía a exagerar las posibilidades de competir con éxito en un campo tan dinámico como éste, sobre la base de recursos propios porque, independientemente de la calidad de sus científicos, su número era reducido; además, destacaban la gran desvinculación entre las instituciones académicas y el aparato productivo, pero coincidían con la necesidad de establecer políticas al respecto (Otero, 1991:36-37).

Por otro lado, en la segunda mitad de los ochenta, para los países de la OECD era clara la importancia que se le asignaba a las tecnologías biológicas para incrementar su competitividad a escala nacional y regional. La biotecnología era vista como parte de un patrón general de creciente competencia tecnológica internacional, donde era importante establecer políticas de fomento a la investigación científica básica que propiciaran el establecimiento de relaciones más estrechas entre la industria privada internacional, las universidades y los laboratorios nacionales, a fin de acelerar su transferencia hacia el sector privado (Buttel y Cowan, 1990:17).

En este contexto, propiedad intelectual y bioseguridad empezaron a considerarse muy importantes para la transferencia y difusión de la biotecnología por parte de los países de mayor desarrollo, y desde diferentes foros empezaron a surgir recomendaciones para que los países de menos desarrollo establecieran políticas y normas que facilitaran tanto el acceso a las tecnologías como a los mercados externos de los productos elaborados con tecnologías protegidas,³ especialmente en materia de propiedad intelectual y bioseguridad⁴ (Field, 1988:74-77; Wald, 1989:63-64).

En abril de 1987, en el discurso de bienvenida al Seminario "Biotechnology in Europe and Latin America: Prospects for cooperation", el doctor Karl-Heinz Narjes, entonces vicepresidente de la Comisión de la Comunidad Europea, expresó de manera muy clara su posición acerca de la propiedad intelectual y la biotecnología:

³ Se refiere a que un producto elaborado con tecnología protegida que no hubiera pagado derechos de propiedad intelectual en el país de origen, no podría ser exportado a otro donde la tecnología utilizada estuviera protegida.

⁴ En tecnologías que requieren grandes inversiones y largo tiempo de desarrollo, la incertidumbre disminuye al patentar. Por otro lado, los posibles riesgos que éstas representan para el ambiente o a la salud, plantean la necesidad de regulaciones en materia de bioseguridad. Para una empresa, la incertidumbre disminuye si existen marcos regulatorios claros, siempre y cuando, por supuesto, no sean demasiado restrictivos.

Un aspecto que me gustaría destacar en conexión con las condiciones mundiales del comercio es el de la propiedad intelectual. En la medida de que nuestra economía mundial evoluciona cada vez más hacia industrias basadas en conocimiento, es esencial un sistema internacional efectivo de respeto a la propiedad intelectual, es un error ver a las patentes o a los derechos de obtentores vegetales como sistemas que defienden a los ricos en contra de los pobres. Muchas innovaciones biotecnológicas pueden ser desarrolladas por empresas pequeñas. Para incentivar es necesaria una protección adecuada, tal protección facilita la transferencia de tecnología, mientras que la secrecía podría inhibirla [Narjes, 1989:XI(1-XVII)].

Sin embargo, en la segunda mitad de los ochenta, aunque se había reformado el marco legal en materia de propiedad intelectual en el país, seguía sin permitirse el patentar productos y procesos biotecnológicos, aunque sí la obtención de certificados de invención, salvo para especies de plantas, animales y sus variedades, así como los procesos biológicos necesarios para su creación, incluidos los de tipo genético. La bioseguridad, por su lado, era una preocupación fundamentalmente académica, a diferencia de lo que ocurría en países de mayor desarrollo. Esta situación cambiaría poco tiempo después, ya que en 1988, a raíz de la primera solicitud de liberación en campo de una planta modificada, las autoridades mexicanas se vieron en la necesidad de tomar las primeras medidas en esta materia.⁵

En el caso de las patentes, la situación para México estuvo más forzada, puesto que Estados Unidos utilizó algunas presiones bilaterales para que se modificara el marco legal de protec-

⁵ La primer aplicación a las autoridades mexicanas para importar semilla transgénica se realizó en 1988, para un tomate resistente al ataque de insectos. A raíz de la primera solicitud a las autoridades mexicanas para importar y probar a nivel experimental un OGM, la SARH estableció un grupo de trabajo que redactara las regulaciones para la introducción de estas plantas en el ambiente. El grupo de trabajo tenía la tarea de monitorear y evaluar las pruebas de campo de OGM en el país. A principios de 1989 el grupo se transformó en el CNBA, integrado por expertos muy calificados de diversas instituciones gubernamentales y académicas relacionadas con la agricultura mexicana (Carreón, 1994:207-208).

ción a la propiedad intelectual. En efecto, por medio de su Omnibus Trade Bill, inició una “guerra a la piratería” contra países de menos desarrollo que tenían excedentes comerciales significativos; éstos fueron amenazados con sanciones comerciales si no permitían patentar innovaciones hechas por empresas norteamericanas (Buttel y Cowan:17). La Ley de Invenciones y Marcas, revisada y adoptada por México en enero de 1987, se había quedado corta en relación con los intereses norteamericanos, ya que entre otros, no se patentaban procesos y productos biotecnológicos, ni especies animales ni vegetales, sus variedades, ni los procesos esencialmente biológicos para su obtención, incluyendo los de tipo genético. Además, aunque se había extendido el periodo de protección de diez a catorce años, éste se quedaba corto en relación con los 17 años que se otorgaban en Estados Unidos y, de manera importante, la ley revisada postergaba por diez años el derecho de patentar productos farmacéuticos y químicos.

Las modificaciones a la ley fueron resultado de un amplio proceso de consulta con la industria farmacéutica nacional, investigadores y académicos; se trataba de una ley defensiva que al no permitir patentar productos y procesos farmacéuticos buscaba proteger a una industria farmacéutica nacional que utilizaba desarrollos del exterior. Asimismo, en los casos donde no se concedían patentes, por medio del otorgamiento del certificado de invención buscaba incentivar la creatividad individual de aquellos que trabajaban en investigación y desarrollo concentrados en universidades (Quintero y González, 1989:168).

Pero el certificado de invención, en cierto sentido, era la antítesis de la patente en términos económicos⁶ ya que, a diferencia de ésta, cualquier interesado en comercializar el producto

⁶ Al otorgar una patente, el Estado le otorga al titular el derecho de explotar en forma exclusiva la invención por un tiempo determinado. El titular adquiere así una posición monopólica temporal que le da un poder de negociación elevado ante quienes estén interesados en explotar la invención. La temporalidad de esta posición incentiva al titular a promover su explotación.

protegido podía hacerlo pagando los derechos correspondientes al poseedor del certificado; de tal manera que —excepto por la vigencia— constituía una especie de derecho de autor. Del mismo modo, a diferencia de la patente, el poseedor del certificado no estaba obligado a explotar la invención antes de un plazo determinado. Está claro que tales modificaciones no fueron del agrado de las empresas farmacéuticas y agroquímicas que tenían intereses en el país, ni del gobierno ni las empresas norteamericanas; por ello desde enero de 1987, y como respuesta directa a las inadecuaciones percibidas en la ley, México empezó a enfrentar una serie de presiones comerciales de los estadounidenses, aunque también las hubo de otros lados. El interés de Estados Unidos de que fuera en el GATT o en el TLC donde se negociaran los cambios al sistema de protección de la propiedad intelectual era porque en ambos había mecanismos para obligar al país al cumplimiento de las reglas (Aboites, 1992:64).

En aquel entonces, Solleiro advertía que el peligro real más importante era el de las represalias comerciales, que podían ser muy dañinas para los países de la región, donde, por la corriente liberal que recorría a Latinoamérica, los cambios en las legislaciones en materia de propiedad intelectual podrían ser considerados como una decisión tomada: formaban parte de una política general de inversión extranjera, comercio exterior y transferencia de tecnología. Pero consideraba que había márgenes de manobra y recomendaba algunos aspectos mínimos a ser considerados en el diseño de la legislación en esta materia (Solleiro, 1991:365-367):

- Buscar que en la medida de lo posible se otorgara a procesos y no a productos.
- Mantener excluida la posibilidad de patentar nuevas variedades vegetales o animales,⁷ adoptando sólo un sistema como el de UPOV.

⁷ “Para las obtenciones vegetales parecería más adecuado adoptar sólo un sistema de protección como el de la UPOV, pues éste, a diferencia del de patentes,

- Exigir, en el caso de conceder patentes sobre microorganismos, que la descripción de la invención fuera completa y completarla con el depósito respectivo,
- Poner énfasis en la parte informativa de la patente, cuidando tanto que el inventor revele efectivamente la patente, como su adecuada difusión por parte de las oficinas responsables.⁸
- Incluir la obligación de explotar industrialmente la invención patentada.⁹
- Reservar la posibilidad de otorgar licencias obligatorias.
- Aprovechar la existencia de márgenes de maniobra para el establecimiento de vigencia de los títulos.
- Dar tiempo para diseñar e implantar un programa de desarrollo biotecnológico que le permitiera a países como México afrontar las amenazas y los retos de patentar de una manera más equilibrada y talentosa.

Pero el proyecto neoliberal del gobierno en turno no quería saber de posiciones defensivas y márgenes de maniobra, ni de políticas sectoriales, y se planteó un cambio radical en la posición mexicana acerca de la propiedad intelectual; en junio de 1991 se aprobó en el país una nueva ley de propiedad intelectual¹⁰ que cumplía no sólo con los estándares mínimos establecidos por los países de mayor desarrollo, tanto en las negociaciones internacionales sobre propiedad intelectual realizadas en el mar-

permite el desarrollo de variedades con características similares a la protegida, además de que estipula el privilegio del agricultor, que le permite utilizar el material de reproducción en futuros cultivos, aunque se le prohíbe comercializarlo a terceros” (Solleiro, 1991:365).

⁸ Para que la revelación cumpla con su cometido –de promover el flujo de conocimiento y el avance de la humanidad– las oficinas de patente deben poner especial énfasis en difundir la información contenida en la patente (Solleiro, 1991:365).

⁹ Con esta recomendación, Solleiro destacaba la importancia de las patentes para promover el uso de las tecnologías y la inversión en el país donde se otorga la protección.

¹⁰ Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial.

co de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, como en las que se estaban realizando en el GATT. La nueva ley iba más allá, pues además de permitir patentar productos químicos y farmacéuticos, alimentos y bebidas, invenciones relacionadas con microorganismos y productos y procesos biotecnológicos, permitía obtenerla sobre variedades de plantas, lo cual incluían muy pocos países en el mundo de manera explícita (van Wick, 1991:20). Los cambios propuestos fueron tan radicales que, más que claridad, generaron confusión en la materia. Como se verá, la ley terminó siendo modificada tres años después al eliminársele, entre otras, la posibilidad de patentar variedades de plantas, y optar por el sistema UPOV.

La manera en que estaba evolucionando la agrobiotecnología en el mundo durante esta primera etapa había empezado a atraer la participación de grandes empresas y corporaciones farmacéuticas, químicas y agroquímicas, que estaban determinando la dinámica de este nuevo campo, orientándolo a la generación de innovaciones de alta rentabilidad –protegibles por derechos de propiedad intelectual– que no necesariamente coincidían con las necesidades más apremiantes de los sectores agrícola y agroindustrial de países como México.

Científicos del área social en el país empezaron a advertir que la biotecnología aplicada a la agricultura incrementaría la integración de este sector con la industria, lo que reforzaría el establecimiento de relaciones de interdependencia asimétrica entre los actores (Chauvet, 1991:31-33), mientras que otros analistas hablaban de una determinación prácticamente unidireccional por parte de los actores que controlaban el conocimiento y el capital económico o financiero (Rubio, 1991:55-57). A escala nacional hubo algunos estudios en esta época que hablaban específicamente sobre los efectos de la propiedad intelectual y menos sobre bioseguridad (Martínez y Aboites, 1991:103-128; Suárez, 1992:87-104), a escala más general algunos autores señalaban que la creciente privatización del conocimiento sumada a la cada vez mayor concentración de la industria biotecnológica significa-

ría grandes dificultades para que sus desarrollos fueran utilizados por los productores de menos recursos (Otero, 1991:19-52).

Por otra parte, desde el campo de formulación de políticas para la innovación tecnológica, Lorence *et al.*, estimaban que el grado de competitividad de la biotecnología mexicana era incluso menor que el de otros países de nueva industrialización y aunque se tenían algunas fortalezas en I&D y se habían realizado avances importantes para modernizar el marco legal, desafortunadamente las nuevas leyes no habían sido acompañadas por instrumentos de promoción específicos para la biotecnología; además, no existía un reglamento para la implantación de la ley y había muchos puntos de gran confusión; aunque estos investigadores consideraban que el marco legal para proteger la biotecnología estaría terminado en poco tiempo, opinaban que el raquitismo que mostraba el sistema nacional de patentes y el escaso apoyo a la innovación tecnológica local harían que la protección de la propiedad intelectual beneficiara preponderantemente a empresas extranjeras, que no necesariamente estaban interesadas en fabricar productos biotecnológicos, sino más bien en comercializarlos en el país en condiciones monopólicas (1993:15), cosa que efectivamente sucedió.

A fin de cumplir con los estándares del capítulo de propiedad intelectual del TLC y de TRIPS, desde mediados de 1994 se reformó la Ley para la Promoción y Protección de la Propiedad Industrial; incluyendo el nombre,¹¹ las reformas entraron en vigor en octubre de 1994. Dentro de las modificaciones importantes en relación con la biotecnología destaca que con la nueva ley se daba marcha atrás en el derecho de patentar variedades de plantas. Además, ésta planteó varias diferencias con las leyes precedentes; para Solleiro y Castañón las más importantes incluyen la validez de los diferentes instrumentos, la posibilidad de patentar en varias áreas y sobre todo la mayor severidad al penalizar las faltas en materia de propiedad intelectual (1998:191).

¹¹ Ley de Propiedad Industrial.

Al dar marcha atrás a las patentes de variedades de plantas en 1994, en el país se tomó la decisión de adoptar un sistema de protección tipo UPOV, el cual se consideraba más apropiado no sólo para las variedades de plantas, sino para la situación de países como México, ya que especialmente la versión UPOV de 1978 ofrecía dos excepciones al derecho de explotación exclusiva:

- El conocido como derecho del agricultor, a partir del cual éste puede reutilizar como semilla parte de la cosecha obtenida con la variedad protegida, sin pagar regalías al titular,
- La exención al mejorador, que le permite hacer uso de la variedad protegida como una fuente inicial para el desarrollo de nuevas variedades (Solleiro, 1997:571-572).

Cabe recordar que existían dos posibilidades para la adopción del sistema de protección tipo UPOV: el de 1978 y el de 1991, con implicaciones muy diferentes en materia de propiedad intelectual. En ese contexto, el proceso de discusión fue controvertido y —a diferencia de lo sucedido con la Ley de Fomento y Protección a la Propiedad Industrial de 1991 y la de Propiedad Industrial de 1994— fue un proceso muy participativo e incluyente como se verá en la segunda etapa.

Hasta este punto es importante resaltar que de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad era el primero el que había atraído mayor atención de grupos empresariales, gubernamentales y académicos en el país en esta primera etapa, dichas presiones y cabildeos se habían dado en el campo de la biotecnología industrial, que era donde ya se comercializaban una serie de productos en el mundo. En este sector las patentes tenían una mayor importancia relativa respecto de la bioseguridad, ya que el uso de organismos vivos modificados en la industria era contenido y no se percibían riesgos mayores al ambiente.

Por supuesto, las patentes conformaban un aspecto especial que rebasaba a la biotecnología y tenía asociados fuertes intereses económicos; las presiones que había recibido México para

modificarlas eran reales y recientes “factores contra los que los actores no pueden”. Sin embargo, una cosa era que el país se hubiera visto obligado a modificar el marco legal en la materia, y otra que desde el gobierno se pensara que la sola aceptación de patentar, sin un marco de políticas sectoriales y de innovación, iba a facilitar el acceso a tecnologías protegidas y a incentivar el desarrollo tecnológico nacional. Conviene destacar que para países de menos desarrollo no había una clara indicación de que el sistema de patentes representara un incentivo a la actividad inventiva local; de hecho, se había encontrado que sólo una muy pequeña proporción de éstas se otorgaba a inventores de esos países, mientras que la mayor a individuos o empresas extranjeras.¹² Como se verá en la segunda etapa, esto también sucedió en el país.

A mediados de los noventa era evidente que el gobierno en turno se había conformado con las anteriores modificaciones y estaba dejando a las libres fuerzas del mercado el acceso a esta tecnología. En ese sentido y con base en la conceptualización del acceso que se hizo en esta investigación, las presiones y cabildos se habían centrado en uno de los componentes del acceso: la disponibilidad de la tecnología. Pero no se había puesto atención al otro componente: la capacidad de procesamiento del actor.

El acceso guarda estrecha relación no sólo con la posibilidad de extender la aplicación de la agrobiotecnología a productores de menos recursos, sino también con la de utilizarla de manera segura y preservar su valor de uso a corto, mediano y largo plazos. Además, tanto propiedad intelectual como bioseguridad afectan la capacidad de procesamiento de diferentes actores, ya que su manejo necesita recursos y organización más complejos (Brenner, 1998:53).

Consideramos importante pormenorizar los efectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola en México, ya que en un marco de liberalización económica que considera a la tecnología como una mercancía, que consiste en información, y no reconoce su carácter tácito y

¹² Ver Gonsen, 1995:27.

acumulativo, es evidente que las capacidades nacionales para desarrollarla y usarla estaban siendo consideradas irrelevantes.

Sin embargo, si se considera que el acceso a una tecnología depende tanto de su disponibilidad como de la capacidad que tienen los actores para procesarla, se puede ver que las acciones emprendidas a escala gubernamental en México, al término de esta primera etapa, habían puesto más énfasis en cuestiones relacionadas con facilitar la disponibilidad de las biotecnologías (regulaciones en materia de propiedad intelectual y bioseguridad), y mucho menos esfuerzo en el segundo componente del acceso: la capacidad del actor para procesarla. Estos elementos sirvieron de base para perfilar la primera hipótesis relativa a que si en el país no se avanzaba de manera conjunta en los aspectos relacionados con la disponibilidad de la tecnología y en los que se refieren a la capacidad de procesamiento del actor, los efectos de la propiedad intelectual y de la bioseguridad en el acceso a la agrobiotecnología serían diferenciados y dejarían fuera a grupos importantes de actores.

Los elementos teóricos en que se apoya esta primera hipótesis se derivan de la perspectiva evolutiva en innovación que se ha venido desarrollando desde finales de los sesenta y que desataca el carácter tácito y acumulativo del conocimiento y, en consecuencia, de las dificultades asociadas a su transferencia. De ahí que la perspectiva evolutiva desafíe la idea de que la tecnología y el conocimiento sean una mercancía que puede ser adquirida internacionalmente bajo condiciones de mercado. Desde esta perspectiva se reconoce, por supuesto, que el aislamiento de fuentes internacionales de tecnología es imposible, pero se destaca que la capacidad para usarla está intrínsecamente relacionada a la capacidad para entenderla y absorberla (Cassiolato y Martins, 2000:50), lo cual implicaba ir más allá de los arreglos y ajustes realizados en esa época por el gobierno mexicano para atraer inversión extranjera directa y tecnología.

Al igual que cuando surgió la ingeniería genética en el mundo, en la primera mitad de los setenta, el surgimiento de la biotecnología agrícola, una década después, contó con la participación de un investigador mexicano en el grupo internacional que demostró que era posible introducir información genética —en este caso— en células vegetales, por técnicas de ADN recombinante, y hacer que esta información se expresara.

Pero había una diferencia; en el primer caso, el investigador mexicano tuvo que regresar a formar recursos humanos y, finalmente, algunos años después, con el apoyo de la masa crítica que había logrado conjuntar, creó un nuevo centro de investigación especializado en los principales campos del conocimiento que conforman la biotecnología moderna, esfuerzo que provocó retrasos en relación con los grupos que venían trabajando en este campo a escala internacional. En el segundo caso, se había apoyado de manera paralela la formación de otros investigadores en las principales áreas de la biotecnología de plantas en el mundo y se había creado un centro de investigación en el país con algunos de los recursos necesarios, a fin de que tanto el investigador como los otros investigadores que habían ido a formarse en este nuevo paradigma pudieran iniciar actividades a su regreso a México sin mayores retrasos.¹³

Es decir, el caso de la biotecnología de plantas respondió, en mayor medida, a un esfuerzo de planeación institucional¹⁴ con el cual se intentó colocar al país en una posición que le permitiera aprovechar las oportunidades que ofrecía la biotecnología a la agricultura. La inmersión del país en un proceso de liberalización económica no permitió consolidar este esfuerzo y llevarlo a formar parte de una estrategia de desarrollo nacional.

¹³ Se refiere al Cinvestav-Irapuato, que será un actor importante en el caso de la papa.

¹⁴ Se refiere a las autoridades que dirigían el Cinvestav a fines de los setenta y principios de los ochenta.

Pero, al tratarse de capacidades científicas, era necesario establecer también una sólida vinculación de las mismas, con las capacidades tecnológicas de la principal institución nacional de investigación agrícola del país,¹⁵ a fin de poner a punto la tecnología y hacerla llegar a los productores; aunque en aquella época este instituto no contaba con recursos en el campo de la biotecnología de plantas que facilitaran el establecimiento de esa interfase clave.¹⁶ Otra articulación importante era con el sector productivo. A lo largo de esta primera etapa hubo algunos esfuerzos desde los principales centros de investigación para establecer articulaciones con el sector productivo, con mayor o menor éxito, según las respectivas capacidades de los actores involucrados para realizar las actividades que les correspondían para el desarrollo o uso de la biotecnología.

Las articulaciones más exitosas de los centros nacionales de investigación fueron con empresas y organizaciones del exterior, lo que, si bien contrasta con los modestos resultados obtenidos con empresas y organizaciones nacionales, reflejaba la falta de políticas nacional y sectoriales, la desarticulación del sistema nacional de innovación y, finalmente, que las diferencias entre instituciones importan, ya que es más fácil el intercambio entre iguales. Al respecto, según Gonsen, podía ocurrir que los proyectos nacionales de desarrollo tecnológico emprendidos por estos centros no maduraran (1995:155), cosa que también sucedió con varios de los proyectos de desarrollo tecnológico durante esta primera etapa, lo que ratificaba el carácter tácito y acumulativo de la tecnología y el conocimiento.

¹⁵ Se trata de INIEAP, que también será un actor importante en el caso de la papa.

¹⁶ Según Casas, en 1986, los investigadores del Cinvestav solicitaron información a las autoridades del INIEAP para poder definir sus prioridades de investigación pero no la obtuvieron oportunamente (1993:109). Esta importante articulación entre Cinvestav-I e INIEAP no ha sido fluida ni continua. A pesar de que el último anunció su interés en biotecnología en 1992, tampoco logró conjuntar una masa crítica que le permitiera instrumentar proyectos de investigación importantes en el área de biotecnología de plantas.

A mediados de los noventa, Gonsen presentó un minucioso análisis sobre la biotecnología industrial en México que pone de manifiesto, entre otras cosas, la importancia de capacidades tecnológicas y del establecimiento de enlaces específicos entre políticas de gobierno, actividades industriales y mecanismos de financiamiento, así como de otras instituciones de apoyo para tener éxito en el desarrollo de la biotecnología industrial, que, toda proporción guardada, pueden ser aplicadas a la biotecnología agrícola. Según ella, en el caso de México las conexiones específicas estaban ausentes; para la investigadora, esta ausencia podía ser atribuida tanto a la falla del gobierno para incentivar la entrada a la nueva tecnología, como del sector productivo para desarrollar capacidades biotecnológicas (Gonsen, 1995:167-168).

Este aislamiento de las capacidades científicas con el sector productivo a escala local no era privativo de México; según Jaffé era –y es– una característica de los países latinoamericanos y se debe a factores propios de las organizaciones de investigación, tales como la falta de difusión y de comunicación, y a factores derivados del ambiente económico general y de las políticas económicas e industriales de los países, que determinan el interés de las empresas por la incorporación de nuevas tecnologías y la innovación tecnológica en general (1991:8).

Quintero, por su parte, en una retrospectiva sobre la biotecnología en la primera mitad de los noventa, planteaba que en México hubo un desarrollo desigual:

En el área académica ha logrado establecer un liderazgo a nivel latinoamericano, en el posgrado los programas son de calidad y crecen a ritmo relativamente acelerado, la industria biotecnológica ha tenido un lento crecimiento y no se ha modernizado, mientras que otros países cuentan con producción industrial de biotecnología moderna y empezamos a importar sus productos, nuestra política gubernamental no ha tenido una dirección específica y por tanto ha sido errática y poco eficiente, el grupo financiero es ajeno a la biotecnología y se han tomado decisiones erróneas sobre algunos proyectos de carácter nacional de manera poco objetiva y responsable, sin analizar

cuidadosamente los impactos y consecuencias de las mismas en el mediano plazo [Quintero, 1994:5].

En esta retrospectiva, los principales actores estaban desvinculados y, en su opinión, las políticas gubernamentales de apoyo y promoción explícitas y específicas para la biotecnología seguían siendo inexistentes, la política industrial en la cual se podía enmarcar la bioindustria no existía y otras políticas referentes a patentes, bioseguridad y biodiversidad, habían tenido un camino incipiente y azaroso. Para este investigador era particularmente preocupante la noción simplista que tenían las dependencias gubernamentales del manejo reglamentario de la biotecnología moderna y recomendaba que el gobierno, en sus diferentes instancias, estableciera políticas específicas relacionadas con biotecnología:

No debemos olvidar la experiencia del pasado reciente en la cual países e instituciones internacionales nos están orillando a establecer nuevos reglamentos o a modificar nuestras leyes. Debemos adelantarnos a esta situación y ser propositivos y no sólo reactivos [Quintero, 1994:5].

En resumen, desde diferentes perspectivas era claro que en el ambiente en que estaba inmerso el desarrollo y difusión de la biotecnología en México influían tanto un mercado en formación, como regulaciones y estándares que finalmente determinarían si el mercado iba o no a existir; pero que, dada la desconfianza hacia esfuerzos tecnológicos locales, la preferencia en México por tecnología importada, la escasa articulación entre la infraestructura pública de I&D, tanto entre sí como con las necesidades de sectores productivos, el desarrollo de proyectos tecnológicos en el país no podía ser dejado a “las libres fuerzas de un mercado que no estaba formado” y que requería de participación gubernamental en distintas modalidades en las diferentes actividades que se requieren para desarrollar y usar una tecnología.

Desde principios de los noventa se inició en Cinvestav Irapuato, reconocido como centro líder en biotecnología de plan-

tas a escala latinoamericana, un desarrollo tecnológico que había obtenido fondos de la Fundación Rockefeller (privada de carácter internacional) para allegarse tecnología propiedad de una empresa transnacional (Monsanto) y la había aplicado a la obtención de variedades de interés nacional —alpha, la variedad más importante para consumo en fresco a escala nacional y algunas variedades criollas cultivadas principalmente por pequeños productores del centro y sur del país. Esta transferencia de tecnología fue un modelo mediante el cual Cinvestav-1 intentó adquirir no sólo los elementos físicos involucrados en una transferencia de tecnología, sino también allegarse los aspectos tácitos pero, muy especialmente, buscó incursionar en una ventana de oportunidad para acceder a tecnologías genéricas, que estaban en manos de empresas transnacionales que tenían posibilidades de ser adaptadas a variedades nacionales.¹⁷

Este caso se presenta en el siguiente capítulo y sus resultados ponen de manifiesto, entre otras cosas, la importancia de considerar tanto los aspectos de disponibilidad de tecnología (convenios de transferencia), como la capacidad de procesamiento de los actores para el acceso (tanto a su desarrollo como utilización), en un país de menos desarrollo como México; especialmente, si se trata del acceso de productores de menos recursos.

Segunda etapa

Comercialización de OGM en México

La segunda etapa se inicia con la comercialización de la primera planta transgénica en el país. Las modificaciones al marco regulatorio se habían completado en materia de propiedad in-

¹⁷ Desde diferentes enfoques se ha reconocido posteriormente este tipo de negociaciones como un modelo para allegarse tecnología genérica que está en poder de grandes corporaciones, para adaptarla a variedades que no sean de interés comercial para quienes poseen la tecnología en cuestión (Brenner, 1998:54; Raman, 1995:268; Spillane, 1999:44-46).

dustrial a fines de 1994, al menos en papel,¹⁸ pero se dio marcha atrás en el derecho de patentar plantas. Por otro lado, aunque no existía una norma oficial para la liberación en campo a nivel experimental, piloto o comercial, existían los procedimientos, la experiencia y la participación de académicos de alto nivel que constituirían una garantía de transparencia en la evaluación. Al menos en aquella época en que —entre los actores involucrados— no había una percepción negativa acerca de los posibles riesgos a la salud, al ambiente o a la práctica agrícola por la utilización de estos productos.

La primera planta comercializada en el país fue un tomate de madurez retardada para consumo en fresco de la empresa Calgene de Estados Unidos,¹⁹ autorizado por la Secretaría de Salud a principios de 1995,²⁰ y pocas semanas después se autorizó su liberación en campo a nivel comercial.²¹ Poco tiempo después, este tomate fue retirado del mercado internacional y nacional, por la escasa aceptación de los consumidores norteamericanos, mercado al cual estaba destinado.²² Por otra parte, poco antes de la aprobación de la norma para liberación en campo de plantas transgénicas a nivel experimental (NOM-056-FITO-95), se autorizó un programa piloto de liberación del algodón Bollgard en Tamaulipas. Por sus características de resistencia al ataque de insectos, este producto requirió de medidas adicionales de bioseguridad a las establecidas para su liberación experimental, dirigidas a preservar su valor de uso.²³

¹⁸ Apenas se empezaban a estructurar las instituciones de apoyo.

¹⁹ Que después fuera adquirida por Monsanto.

²⁰ Autorización otorgada el 14 de febrero de 1995.

²¹ La secretaría de agricultura autorizó su liberación en campo el 27 de marzo de 1995.

²² De hecho, hasta el momento de cerrar la redacción de este capítulo —segunda mitad de 2001— las autoridades de agricultura sólo habían liberado a nivel comercial dos productos, tomates de madurez retardada ambos: uno de Zéneca y otro de Calgene.

²³ Programas destinados a retardar la aparición de insectos resistentes a la toxina insecticida que produce la planta, también conocidos como programas de manejo de resistencias.

En el caso del tomate, la empresa Calgene estableció relaciones estrechas con productores del estado de Sinaloa²⁴ desde que inició la realización de pruebas de campo en México. Éstos cultivan la fruta en grandes extensiones, cuentan con un alto grado de tecnificación y exportan gran parte de su producción a Estados Unidos. De ahí que, aunque había incertidumbres respecto de las diferentes posibilidades de proteger la propiedad intelectual de este desarrollo en México, la tecnología tenía varios tipos de protección en Estados Unidos,²⁵ mercado al que estaba dirigido el producto.

En ese sentido, el acceso a la tecnología no representó problema para los productores —aunque no estuviera totalmente definido el marco regulatorio—, ya que no era esperable que infringieran DPI, so riesgo de no poder seguir exportando, y estaban acostumbrados a pagar altos precios por semilla de buena calidad. Sin embargo, el producto fue retirado del mercado. El otro producto liberado comercialmente en el país fue un tomate de la empresa Zéneca para consumo industrial, con características mejoradas de procesamiento; aunque desde el principio fue comercializado como puré sin enfrentar oposición en supermercados del Reino Unido,²⁶ desde hace algún tiempo se dejó de cultivar, por la controversia creciente acerca de OGM en la Unión Europea.

La búsqueda de madurez retardada encontró alternativas menos cuestionables en México. Las asociaciones de productores mexicanos de tomate tenían relaciones internacionales en I&D y adquirieron una variedad con características similares pero mejorada por métodos convencionales: el Divine Ripe, que dio buenos resultados en los campos de cultivo sinaloenses (Massieu *et al.*, 2000).

Lo anterior ilustra la complejidad de factores, actores e interacciones presentes en la creación del mercado de tomates transgénicos en México y su vulnerabilidad a los vaivenes de la

²⁴ Sinaloa es el mayor productor de tomate en el país.

²⁵ La construcción genética para la característica de madurez retardada, marcas registradas de la planta (Flavr Savr) y del fruto (McGregor).

²⁶ Claramente etiquetado como OGM.

percepción pública internacional. También muestra que algunos cultivos se podrán difundir con relativa facilidad en países de menos desarrollo pero en regiones con condiciones similares a las de los países para las cuales fueron desarrollados. Desarrollar productos biotecnológicos que respondan a las necesidades de los productores de menos recursos, y transformar sus necesidades potenciales en demandas reales constituye una tarea bastante más compleja que la resumida en párrafos anteriores en relación con el tomate de madurez retardada, pero que veremos con más detalle en el caso de la papa resistente a virus.

Las decisiones de comercializar tanto el tomate de madurez retardada como el algodón resistente al ataque de insectos en el país se tomaron en una época en que se estaban haciendo modificaciones sustantivas al marco legal de la propiedad intelectual,²⁷ mientras que el marco regulatorio en aspectos de bioseguridad no contaba aún con una norma oficial, ni siquiera a nivel experimental. Lo anterior llama la atención, toda vez que —desde el campo de la gestión del cambio tecnológico— se argumenta que en desarrollos de alto riesgo éste disminuye sustantivamente desde el momento en que se protege la propiedad intelectual. En desarrollos que se perciben riesgos en cuanto a su seguridad, se dice que las decisiones de comercialización se retrasan si existen indefiniciones básicas en los aspectos regulatorios (Possas *et al.*, 1993:7). De ahí el peso de ambos argumentos en las recomendaciones de política para mejorar el acceso.

Una posible explicación acerca de por qué las indefiniciones regulatorias del país a principios de esta primera etapa no fueron obstáculo para el acceso a estas tecnologías es que cuando se inició la comercialización del tomate de madurez retardada en el país, éste no era percibido como riesgoso para la salud o el

²⁷ Se refiere a que, con las modificaciones a la Ley de Propiedad Industrial que había entrado en vigor a fines de 1994, las plantas no podían ser patentadas y todavía no se contaba con protección para las variedades vegetales (la Ley Federal de Variedades Vegetales fue aprobada en octubre de 1996).

ambiente;²⁸ tampoco había un debate respecto de la bioseguridad, ni mayores cuestionamientos de parte de otros actores como el público o las ONG ambientalistas en torno al proceso regulatorio en el ámbito nacional.²⁹ Por otro lado, el producto no estaba destinado al mercado nacional sino a la exportación, precisamente al país que había desarrollado la tecnología, donde se había aprobado su consumo y cultivo un año antes.³⁰

Respecto de la propiedad intelectual, como ya se señaló, si bien en México se había dado marcha atrás en el otorgamiento de patentes de plantas y aún no se definía el tipo de protección para las variedades vegetales, no era esperable que los grandes productores mexicanos —a quienes estaba dirigida esta tecnología— infringieran derechos de propiedad intelectual, toda vez que exportaban el tomate a Estados Unidos, país donde sí estaba protegida la invención.

En el caso del algodón, aunque no existía la norma oficial cuando se autorizó su liberación piloto, no hubo mayores cuestionamientos de parte del público o de las ONG ambientalistas acerca de posibles riesgos a la salud humana o animal, ni tampoco se cuestionó su manejo.³¹ Por otro lado, lo relativo a propiedad intelectual fue resuelto de manera muy ingeniosa por la empresa (Monsanto) a partir de un contrato —apoyado en la legislación vigente en materia de propiedad industrial, así como en otras legislaciones que regulan el comercio y los contratos civiles— que permite proteger la tecnología como secreto industrial,³² pero también por el he-

²⁸ De hecho, aunque se habían utilizado técnicas de ingeniería genética, el gene modificado era del propio tomate, de ahí que no fuera un producto transgénico.

²⁹ Lo que sí había era gran interés de la academia por terminar de armar un marco regulatorio en materia de bioseguridad en el país.

³⁰ El tomate de Calgene se sometió a una serie de pruebas en Estados Unidos para demostrar su inocuidad en consumo humano.

³¹ De hecho, en los foros en que se presentaban los resultados del cultivo del algodónero, era notorio el buen manejo que las autoridades sanitarias regionales le estaban dando a los programas de manejo de resistencias.

³² Si la empresa tomó la decisión de proteger el algodón como secreto industrial, debe ser porque aún no le conceden en México la patente por la construcción genética utilizada.

cho de que los productores de algodón *per se* no guardan semilla de un ciclo a otro, porque ésta se maltrata en el proceso de despepite.³³ Además, algunas de las disposiciones adicionales en esta materia para la evaluación a nivel piloto le permitían a Monsanto buscar la presencia de plantas transgénicas en predios donde hubiera sospecha de que se estaba utilizando sin autorización (ya fuera de manera intencional o accidental), la presencia de éste en zonas no autorizadas implicaba la destrucción del cultivo por razones de bioseguridad por parte de SAGAR y, en su caso, podían aplicarse sanciones de carácter administrativo o penal.

De lo señalado es importante destacar que, si bien existían indefiniciones en materia regulatoria, las características de los productos, aunadas al grado de cobertura y control que podía ejercer una empresa como Monsanto, le permitieron manejar las indefiniciones en los aspectos de propiedad intelectual sin que representara riesgos para la empresa. Por otro lado, en materia de bioseguridad, aunque no existía una norma oficial, sí había una serie de procedimientos que se venían aplicando y mejorando desde 1988; pero algo muy importante es que los actores involucrados trataron de subsanar las indefiniciones existentes a fin de que las agrobiotecnologías fueran utilizadas de manera segura; tal es el caso del algodón resistente al ataque de insectos, donde no se había delimitado a quién correspondían las evaluaciones que tienen que ver con el ambiente y la práctica agrícola, como pueden ser las relacionadas con los programas de manejo de resistencias.³⁴

³³ En cierto sentido el proceso de despepite del algodón se convirtió en una especie de sistema de protección tecnológica; es decir, aquellos sistemas que permiten asegurar que la semilla ahorrada con tecnología o genes protegidos no sea replantada sin un pago adecuado por la tecnología que está incorporada en la semilla. Un ejemplo muy conocido y debatido de sistema de protección tecnológica es el *Terminator*.

³⁴ En el caso de Estados Unidos la responsabilidad de evaluación y en su caso monitoreo se reparte entre la FDA (evaluación de seguridad para usos alimenticios), USDA (evaluación agronómica) y EPA (evaluación de plantas con propiedades plaguicidas).

Ante la no participación de las autoridades ambientales a escala regional, las autoridades agrícolas de sanidad vegetal se hicieron cargo de la evaluación y seguimiento de dichos programas. Cabe destacar el sentido de responsabilidad de autoridades de sanidad vegetal, investigadores y productores de la Comarca Lagunera y del sur de Tamaulipas para operacionalizar las medidas de bioseguridad, evaluar y monitorear el comportamiento del algodón resistente al ataque de insectos en los primeros ciclos de pruebas, como se verá más adelante.

Independientemente de algunas indefiniciones, la responsabilidad de la evaluación en campo a nivel piloto —que ha implicado la siembra de varios miles de hectáreas de algodón resistente al ataque de insectos desde hace algunos años— la asumió DGSV, institución que tenía los recursos, la organización y experiencia para manejar programas y campañas sanitarias que guardaban una mayor relación con un producto como el algodón transgénico: es decir, una planta con propiedades plaguicidas. Pero también fue importante para la evaluación y control el papel desempeñado por la empresa Monsanto. La vigilancia que ha realizado difícilmente podría ser abordada por empresas o instituciones de menor envergadura, y eso se tendrá que tomar en cuenta en el momento de establecer y poner en operación nuevas medidas regulatorias, lo que por supuesto puede representar una barrera de entrada para otras empresas o instituciones interesadas en realizar pruebas de campo a este nivel.

Durante esta segunda etapa finalmente se emitió una norma que establecía los requisitos para la movilización nacional, importación y establecimiento de pruebas de campo a nivel experimental de plantas modificadas por ingeniería genética en el país.³⁵ Para el caso de pruebas a nivel piloto se establecieron medidas adicionales a la norma, aplicadas al cultivo del algodón resistente al ataque de insectos a lo largo de esta segunda etapa —y lo que va de la tercera. En todo este tiempo, el algodón resistente al ataque de insectos ha estado sujeto a una vigilancia más

³⁵ NOM-056-FITO-1995, publicada el 11 de julio de 1996.

estricta que cualquier otro cultivo no transgénico, por parte de las autoridades responsables de la sanidad vegetal en el país (DGSV), empresas responsables de la introducción, otras dependencias competentes a escala estatal y federal, así como por los productores y sus asociaciones; la vigilancia tiene el propósito de obtener los elementos que le permitan a la DGSV autorizar o no su liberación comercial en el país;³⁶ y ha implicado destinar un gran número de recursos humanos y técnicos, pero también económicos, así como una organización diferente, tanto en la segunda etapa, como en lo que va de la tercera.

Finalmente, cabe resaltar dos aspectos que sin duda facilitaron la introducción del algodón resistente al ataque de insectos en el norte del país en esta etapa: por un lado, la búsqueda –por parte de los productores algodoneiros– de alternativas que mejoraran la situación de crisis en la que estaban inmersos después de más de una década de políticas neoliberales;³⁷ por otro, algunos programas y apoyos –en el marco de esas políticas neoliberales– que en el caso del algodoneiro buscaban lograr economías de escala, compactar áreas productivas e incorporar tecnologías de punta (Cárdenas, *et al.*:44). Los apoyos gubernamentales fueron muy importantes para la utilización ampliada de este producto en el país.

Protección de las variedades vegetales

Las modificaciones en materia de propiedad intelectual de 1994 excluyeron el patentar plantas; pero de acuerdo a TRIPs y TLC,

³⁶ Liberación comercial se refiere a la liberación al ambiente de un organismo genéticamente modificado, el cual puede ser sembrado dentro de todo el territorio nacional y únicamente estará sujeto a un proceso de notificación anual a las autoridades de sanidad vegetal del país una vez que ésta ha sido autorizada (ver 3.13 del Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-FITO, 2000).

³⁷ Según Diego, “la presión para doblegar a los productores rurales había dejado como subproducto, una seria caída en la producción de trigo, sorgo, arroz, cártamo, cebada, ajonjolí y algodón, cuya superficie cosechada en conjunto disminuyó, entre 1987 y 1992, 28 por ciento” (1995:21).

esto no implicaba que la propiedad intelectual en la materia quedara desprotegida, ya que según estos instrumentos era necesario para las partes firmantes adoptar una opción especializada para proteger la propiedad intelectual de plantas cultivadas. El proceso de análisis y consulta de lo relacionado con la protección de las obtenciones vegetales fue largo³⁸ y controvertido, y aquí es importante destacar la decisión del funcionario gubernamental responsable del proceso, de abrirlo a una amplia consulta entre los principales actores que podrían resultar afectados: fitomejoradores de instituciones de investigación pública, semilleras, empresas agrobiotecnológicas y sus asociaciones, productores y sus organizaciones, funcionarios gubernamentales, académicos interesados en la formulación de políticas, entre otros.

Uno de los aspectos más importantes en el proceso de discusión sobre la protección de variedades vegetales fue tomar la decisión acerca de los principios generales en que debía basarse la ley. Hubo mucha controversia respecto de si la protección debía ser acorde a UPOV 78³⁹ o a UPOV 91.⁴⁰

Según algunas entrevistas realizadas por González a quienes participaron en el proceso, la decisión a favor del Acta de UPOV 78 era más acorde con el grado de desarrollo tecnológico de un país como México; de igual suerte, se pensaba que la eventual adhesión a UPOV 91 representaría ventajas para las transnacionales (2001:212-215).

Después de grandes debates entre los principales actores del proceso, la ley fue configurada de acuerdo con UPOV 78. A continuación se asienta uno de los puntos que causó mayor controversia:

Excepciones al derecho del obtentor [SNICS, 1999:1]:

³⁸ En realidad fue iniciado desde 1992 (SNICS, 1999:1).

³⁹ Acta de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales de 1978.

⁴⁰ Acta de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales de 1991.

No se requiere el consentimiento del obtentor de una variedad vegetal para utilizarla como insumo de investigación para la obtención de otras variedades vegetales (también conocida como privilegio del fitomejorador), ni para uso propio como grano para consumo o siembra (esta última excepción también es conocida como privilegio del agricultor).

En el primer caso se trata de una excepción para investigación que se refiere al derecho de usar materiales protegidos como base para desarrollar una nueva variedad distinta o para otro uso de investigación. De acuerdo con los investigadores, especialmente aquellos que se desarrollan en sistemas de investigación públicos, así como para cualquiera que esté preocupado por la eficiencia de la investigación agrícola, el acceso a tecnologías y materiales protegidos por DPI para realizar investigación con propósitos no comerciales es crítico tanto para el futuro de la investigación científica, como para la competitividad (Spillane, 1999:39-40).

De ahí que haya sido uno de los principios más debatidos del proceso de configuración de la ley en el país, ya que el acta de UPOV 91 requiere que las variedades elegibles para ser protegidas no sean esencialmente derivadas de otras variedades protegidas o requieran el uso repetido de la variedad protegida. La controversia al respecto fue grande, ya que para un país de menos desarrollo –en términos de seguridad alimentaria– es muy importante poder obtener excepciones de investigación para usar tecnologías protegidas en aplicaciones no comerciales.

El segundo caso se refiere al derecho del agricultor de retener germoplasma de una variedad protegida por DPI como una fuente de semilla para ciclos subsecuentes. En el acta de UPOV 91 el privilegio es opcional y en los países donde las plantas pueden ser patentadas no existe (Spillane, 1999:39-40). Por lo que gran parte de la controversia generada en el país durante el proceso de discusión de la protección de obtenciones vegetales reside en que para algunos analistas el privilegio del agricultor constituye la base del desarrollo de la agricultura en el mundo y algunos derechos de propiedad intelectual –como las patentes o las dis-

posiciones de UPOV 91– convierten en actividades criminales el ahorrar semillas e intercambiarlas con otros productores (Shiva, 2000:90). Pero por otro lado, de acuerdo con las disposiciones de UPOV 78 que conservan este privilegio, el productor sólo pagaría derechos por la semilla protegida la primera vez que la utilizara, ya que las veces siguientes podría guardarla para sembrarla sin tener que pagar.

Lo anterior explica, al menos en parte, por qué para los complejos que comercializan o intentan comercializar OGM en el país la Ley Federal de Variedades Vegetales no haya representado un incentivo y hayan preferido utilizar otros medios para proteger sus desarrollos. En el caso específico del algodón resistente al ataque de insectos, para que el productor agrícola tenga acceso a la semilla necesita firmar un contrato con Monsanto en el que renuncia de manera voluntaria a ambos privilegios, lo cual es posible porque éstos fueron incluidos en la Ley Federal de Variedades Vegetales como excepciones al derecho del fitomejorador, por lo que no constituyen derechos irrenunciables.⁴¹

En síntesis, en el momento en que salió la Ley Federal de Variedades Vegetales la inclusión del privilegio del agricultor fue considerada como un logro para mejorar el acceso a variedades protegidas, especialmente para productores de menos recursos. Sin embargo, en el caso de OGM, dicha ley no ha sido un instrumento importante para tal propósito, ya que las empresas agrobiotecnológicas han preferido proteger sus desarrollos utilizando otras opciones que les permitan una mejor protección de la propiedad intelectual en el país, tales como patentes, secretos industriales, marcas, etcétera. De igual modo han echado mano de sistemas de protección tecnológica *ad hoc*, como en el caso del algodón.⁴² Pero los grandes consorcios están seguros de que además del monopolio temporal que les otorgan los DPI, los sis-

⁴¹ Entrevista personal con el M.C. Víctor Morales Lechuga.

⁴² La semilla se maltrata en el proceso de despepite; además el agricultor la entrega sólo a despepitadoras designadas por Monsanto.

temas de innovación tecnológica locales tienen poca capacidad de generar opciones en este campo, y saben que su mercado por excelencia, los grandes productores agrícolas, no desean enfrentamientos que pongan en riesgo el suministro de semilla de buena calidad, especialmente si les está dando buenos resultados y no hay opciones locales: he ahí que los usuarios de semilla transgénica en el país renunciaran con facilidad a los privilegios del fitomejorador y del productor.

Durante 1994, año de una gran efervescencia en torno a la propiedad intelectual, Solleiro realizó una encuesta entre empresas semilleras, fitomejoradores, funcionarios públicos y ONG acerca de lo que esperaban que sucediera en la agricultura mexicana con la introducción de DPI (1997:574-575):

- No esperaban incrementos significativos en actividades privadas de investigación y mejoramiento de plantas.
- Esperaban un incremento en la producción y distribución de semillas.
- Esperaban que hubiera mayor facilidad en la relación con firmas extranjeras para la adquisición de materiales de calidad (lo que podría tener efectos positivos en la calidad de las semillas del mercado mexicano).
- No se pensaba que los DPI fueran a tener un impacto significativo en términos de incrementos espectaculares en los precios de las semillas —en la medida de que se esperaba que el régimen de libre comercio gradualmente generaría presiones competitivas.
- Se esperaba que la introducción de DPI sesgaría la investigación hacia áreas de aplicación que ofrecieran rentabilidad inmediata y se consideraba que habría restricciones en el intercambio de material biológico y de información en el caso de centros de investigación pública.

Otro aspecto en el cual parecía no haber duda respecto de los posibles efectos de la introducción de las nuevas medidas de

propiedad intelectual en el sector agrícola era la concentración de la actividad industrial. Asimismo, la opinión unánime de los encuestados por Solleiro era que las grandes semilleras concentrarían la producción y distribución en mercados rentables y tanto los derechos de protección de las obtenciones vegetales, las patentes, las marcas y los secretos industriales serían los elementos que establecerían su posición competitiva. Pensaban que era muy probable que las empresas mexicanas no se vieran beneficiadas en la misma medida; de igual suerte, los resultados de la encuesta mostraban que aunque los centros públicos de investigación y las empresas semilleras nacionales estaban conscientes de la importancia de proteger la tecnología en el marco de DPI que se estaba estableciendo en el país, no estaban en condiciones de aplicar estrategias para proteger y explotar DPI (1997:574).

El investigador destacaba la necesidad de una profunda reestructuración de la política agrícola mexicana que reactivara al sector y que amortiguara los efectos de la introducción de DPI en la agricultura. En el caso de las aplicaciones de patentes en biotecnología, la evidencia presentada posteriormente por este investigador puso de manifiesto que las nuevas reglas en materia de DPI estaban beneficiando a extranjeros. Otro de los temores expresado por Solleiro era que si la capacidad innovadora no crecía de manera importante en el país en el corto plazo, los títulos de DPI serían usados básicamente para importar y distribuir los productos de la nueva tecnología en una manera exclusiva (1997:575-577). Ambas cosas han sucedido, aunque dada la incipiente comercialización de los OGM en el país, es aún prematuro afirmar que sólo se van a importar y distribuir las semillas transformadas por las nuevas técnicas, ya que las políticas seguidas en materia de bioseguridad no han incentivado la producción local de semillas transgénicas.

La reestructuración de relaciones entre empresas semilleras, agroquímicas, agrobiotecnológicas y de procesamiento de alimentos, que se venía dando desde mediados de los ochenta –impulsada por los avances en el campo de la biotecnología y sus posibili-

dades de apropiación mediante DPI— empezó a tomar proporciones tan importantes a lo largo de esta segunda etapa, que hacían prever que en poco tiempo habría sólo cuatro o cinco grandes complejos en el mundo orientados a la generación de innovaciones rentables protegidas por DPI, donde las empresas semilleras eran un elemento más.⁴³ (Kalaitzandonakes y Bjorson, 1997; Shimoda, 1997).

Pero este fulgurante desarrollo de los complejos agrobiotecnológicos en el mundo pronto se vio frenado por retrasos en la comercialización de los OGM; internacionalmente, estos retrasos guardaban una estrecha relación con el otro aspecto motivo de esta investigación: los efectos de la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola. Sin embargo, a escala nacional, en esta etapa todavía constituían una preocupación fundamentalmente académica y, en menor medida, gubernamental.

Evolución de la bioseguridad en el país

Aunque la liberación comercial del tomate de madurez retardada y la liberación piloto del algodón resistente al ataque de insectos se realizaron antes de la publicación de la norma,⁴⁴ los requisitos establecidos para la movilización nacional, importación y establecimiento de pruebas de campo de OGM se aplicaban por la DGSV y su órgano consultor, el CNBA, desde 1989. El CNBA tenía a su cargo las evaluaciones de riesgo de las pruebas de campo y ensayos semicomerciales de plantas transgénicas en el territorio mexicano, mientras que la DGSV era la entidad que tomaba la decisión y giraba los permisos correspondientes a cada solicitud. La filosofía de las evaluaciones de bioseguridad tanto del CNBA como de la norma estaban enfocadas a la protección del ambiente y no se privilegiaba el análisis costo/beneficio; así, aun en el caso de que el

⁴³ Pero así como los DPI habían llegado a ser un elemento de competitividad en la industria, las semilleras eran muy importantes para que el complejo agrobiotecnológico controlara cualquier posible infracción de los DPI en el campo.

⁴⁴ Se refiere a la NOM-056- FITO-1995.

gene utilizado representara un alto riesgo pero a la vez un alto beneficio se negaría el permiso (Cotero, 1998:11).

A mediados de esta segunda etapa, se exploraban en el país algunas alternativas de armonización en el marco del TLCAN y se reconocía que a diferencia de Estados Unidos, donde la regulación en bioseguridad impulsaba las oportunidades de negocio, el enfoque de México estaba más orientado al ambiente y el de Canadá era intermedio. De ahí la necesidad de que una posible armonización de reglamentaciones entre los tres países conciliara tales diferencias y tomara en cuenta además las relacionadas con la biodiversidad, las culturales y las asociadas a los niveles de desarrollo de los tres países (Gálvez y González, 1998:20).

Tales diferencias se reflejaban claramente en uno de los aspectos más controvertidos en la experiencia mexicana en materia de regulación desde aquel entonces: la reticencia del CNBA a otorgar permisos en México para maíz transgénico, por ser centro de origen, diversidad y domesticación del maíz. Pero también se reconocían diferencias importantes en los recursos y organización dedicados a regular la bioseguridad en los tres países; por un lado, eran notorias las diferencias en esta materia y la manera en que organizaban los diferentes elementos cuya participación se consideraba importante en aquel entonces para su regulación: ambientales, toxicológicos y agronómicos. Era un hecho que en Estados Unidos y Canadá había diferentes agencias y ministerios trabajando en un sistema coordinado de regulación de la bioseguridad, mientras que en México no se contaba con un sistema regulatorio en bioseguridad que tuviera los recursos de estos países, ni mucho menos el grado de coordinación.

Hasta principios de mayo de 1997, las dependencias gubernamentales que trabajaban en regulación estaban ubicadas en el sector agrícola: la DGSV y su órgano consultor el CNBA. El sector salud no contaba con un comité de bioseguridad en alimentos.⁴⁵ Los aspectos ambientales en la regulación tampoco eran

⁴⁵ El 7 de mayo de 1997 se hizo una modificación a la Ley General de Salud incorporando un capítulo para todos aquellos productos biotecnológicos que se

considerados; sin embargo, la DGSV realizaba sus evaluaciones tomando en cuenta el agroecosistema y en el caso de plantas con propiedades plaguicidas –que requerían de una evaluación especial como planta y como plaguicida–⁴⁶ solicitó la realización de prácticas de manejo de resistencias y de manejo integrado de plagas y se hizo cargo de su evaluación, mientras que las autoridades ambientales se mantuvieron al margen durante toda esta segunda etapa. Por ello, la importancia de construir capacidades en los diferentes aspectos involucrados en el proceso regulatorio, así como de establecer una coordinación entre los diferentes aspectos.

a) Maíz transgénico y bioseguridad en México

México es el centro de origen, diversidad y domesticación del maíz, los parientes silvestres de este cultivo se encuentran distribuidos en diferentes zonas del país; además, la tortilla de maíz es la base de la alimentación del pueblo mexicano.

El maíz y sus múltiples manifestaciones son símbolos de las sociedades que se han desarrollado en el territorio mexicano desde hace siete milenios. La autoidentificación de las culturas mexicanas con esta planta se deriva de su carácter único como lugar de origen del maíz domesticado, a partir del teocintle silvestre, y lo que implica la interacción de los procesos evolutivos biológicos con acciones humanas intencionales [McClung de Tapia, 2000:49].

Por lo anterior no es difícil entender que sea el cultivo que ha despertado mayor interés y atraído la participación de diferentes actores sobre los posibles riesgos que podrían derivarse de la introducción de maíz transgénico en el país –aun a nivel experi-

destinan al uso o consumo humano. El proyecto de reglamento consideraba como materia de regulación control y fomento sanitario a los productos biotecnológicos e incluía la formación de un comité de expertos (Gálvez y González, 1998:19).

⁴⁶ Para mayor detalle ver el caso del algodón resistente al ataque de insectos.

mental— pero también que dada su importancia económica haya sido el producto con mayor número de pruebas de campo en el país durante el periodo comprendido entre 1993 —primeras pruebas con plantas de maíz transgénico— hasta principios de 1999 —cuando se suspenden las pruebas de campo.

Por su importancia para México y las posibles consecuencias para el mundo de tomar decisiones precipitadas e incurrir en riesgos innecesarios, en septiembre de 1995, el CNBA, CIMMYT y el INFAP, preocupados por los posibles riesgos involucrados en la liberación de maíz transgénico, organizaron un foro de discusión, cuyo resultado fue un conjunto de guías de seguridad para las pruebas de maíz transgénico y la identificación de diferentes zonas de riesgo a lo largo del territorio mexicano de acuerdo con la abundancia de los parientes silvestres de este cultivo (Álvarez, 2000:94).

Las iniciativas en esa época provenían principalmente de sectores académicos preocupados por el papel de los parientes silvestres en el mejoramiento genético del maíz; CIMMYT fue el principal actor que realizó pruebas al respecto; la industria por su parte, estaba más interesada en hacer pruebas de campo en mayor escala para evaluar rasgos agronómicos. En 1997 se realizó otro foro organizado por la North American Plant Protection Organization (NAPPO),⁴⁷ el CNBA y empresas semilleras y agrobiotecnológicas con el propósito de revisar la situación del maíz transgénico. En aquella época, maíces transgénicos con diferentes rasgos habían sido desregulados en Estados Unidos. En consecuencia, en México empezaban a surgir preocupaciones adicionales en esta materia, ya que el país es un gran importador de maíz y su principal proveedor es Estados Unidos; en la medida en que en ese país no se segregaba, sería muy difícil para México controlar cualquier posible desviación de ese maíz im-

⁴⁷ La misión de la NAPPO —desde 1976— es coordinar los esfuerzos cooperativos entre los países miembros: Canadá, Estados Unidos y México, para proteger sus recursos vegetales, contra la entrada, establecimiento y dispersión de plagas, a la vez que se facilita el comercio entre los países miembros y otras regiones. La NAPPO estableció un panel permanente de biotecnología con la tarea —entre otras— de armonizar enfoques regulatorios.

portado hacia la siembra; ante esta situación los resultados del segundo foro fueron, en opinión de Álvarez, más académicos que prácticos, ya que se recomendó más investigación en la ecología de las especies silvestres y en la interacción con las variedades criollas y los híbridos que eran cultivados en el país (Álvarez, 2000:95).

Las restricciones impuestas a la realización de pruebas de campo condujeron finalmente a suspender cualquier experimentación con maíz transgénico desde principios de 1999, situación que prevalece hasta la fecha. En ese mismo año, GreenPeace dio inicio a su campaña en contra del producto en el país y desde entonces ha sido más abierta y numerosa la participación de diversas organizaciones de pequeños productores que plantean detener las importaciones. En efecto, en el 2000 cerca de 150 organizaciones ambientalistas, organizaciones rurales, sociedades de solidaridad social y sociedades de producción rural, demandaron un alto a las importaciones del grano y publicaron el manifiesto en diferentes periódicos de circulación nacional.

Asimismo, la situación respecto de este cereal en México ha sido objeto de preocupación de dos actores de reciente creación en el panorama regulatorio: la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem) y su consejo asesor (CCB), este último integrado por académicos de alto nivel que han constituido grupos de trabajo especiales para revisar la problemática.

Hasta el momento, en México se ha podido manejar de manera adecuada la utilización segura de un producto como el algodón resistente al ataque de insectos a escala experimental, piloto y comercial (aunque esta última categoría no sea oficial). El uso seguro del maíz transgénico, sin embargo, representa un reto enorme, ya que se cultiva en todo el territorio en zonas agroecológicas más variadas que el algodón, además el área de cultivo es considerablemente mayor que en el caso del algodón; por otra parte, los niveles de tecnificación son muy variados, así como el grado de preparación de los productores.

Sin embargo, detener la experimentación, como se ha hecho desde enero de 1999, no exime al país de la responsabilidad de monitorear los posibles efectos derivados de la siembra por desviación de uso de maíz transgénico importado y anula en cambio cualquier posibilidad de analizar y evaluar de manera específica, caso por caso, los riesgos y beneficios que pueden ofrecer estos productos (González *et al.*, 2001:10).

A principios de 1999, Gálvez *et al.*, destacaban la necesidad de intensificar esfuerzos para mejorar el sistema de bioseguridad y hacerlo más integral en términos de cobertura y dedicar mayores recursos a la construcción de capacidades institucionales: “De otra manera, México perderá acceso a tecnologías y oportunidades de inversión y estará en riesgo de enfrentar barreras no arancelarias al comercio en productos agrícolas y alimentos derivados de la biotecnología” (1999:72). Con base en los resultados de una investigación sobre armonización de regulaciones en biotecnología⁴⁸ estos autores recomendaban regular la biotecnología en México para:

- Asegurar que no hubiera riesgos para consumidores de productos transgénicos o para aquellos que participan en alguna etapa de su desarrollo y uso.
- Evitar riesgos al ambiente donde se aplicasen los productos y procesos de esta tecnología.
- Incrementar la competitividad de productores agrícolas y empresas que utilizaran la nueva biotecnología.
- Establecer una atmósfera para innovación que incluyera no solamente apoyo para investigación académica, sino también un marco regulatorio completo que promoviera la confianza de inversionistas interesados en desarrollar aplicaciones comerciales (Gálvez *et al.*, 1999:72).

⁴⁸ Se refiere a los resultados de una investigación llevada a cabo en México con el objetivo de identificar diferencias entre sistemas de bioseguridad en los países de América del Norte para proponer mecanismos de armonización.

Una de las propuestas importantes derivadas de esta investigación fue la relativa al establecimiento de un marco coordinado para regular la bioseguridad en México y su estructura, que puede ser considerada como el antecedente de la CIBIOGEM, cuya creación será abordada con mayor detalle en la tercera etapa (Gálvez y González, 1998:80-90; Gálvez *et al.*, 1999:72-74).

Gálvez y González afirmaban que no bastaba enumerar los objetivos anteriores sino establecer un adecuado balance entre ellos:

Es necesario definir para quién se va a regular. La bioseguridad tuvo sus orígenes como una preocupación académica en Asilomar, pero desde entonces han surgido diferentes actores en el mundo que han demostrado capacidad para modificar la trayectoria de esta tecnología: gobiernos, empresas, consumidores y organizaciones sociales diversas. Sus enfoques no sólo son diferentes (protección al ambiente, a la innovación, al consumidor, acuerdos supranacionales), sino que en ocasiones se contraponen [1998:80].

Estas analistas reconocían que en México:

Los acuerdos supranacionales y las instituciones que los manejan, así como las empresas multinacionales y algunos académicos, estaban siendo actores importantes; pero faltaban actores en el proceso de regulación de la bioseguridad: productores, grupos de consumidores u otras organizaciones sociales; también era notoria la ausencia de una política integral, o un marco de políticas coordinadas que sirviera de base para su actuación [1998:81].

Con estos elementos fue posible delinear una segunda hipótesis, relativa a que si en México no se trabajaba en el establecimiento de marcos regulatorios *ad-hoc*, y no se mejoraba la capacidad de los consumidores y usuarios para tomar decisiones bien informadas sobre los riesgos y beneficios que ésta ofrecía, la posibilidad de los nuevos actores para influir el acceso a partir de aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad se daría como respuesta a las investigaciones, preocupaciones y problemáticas de países de más desarrollo. En consecuencia, las posibilidades de los nuevos ac-

tores de orientar a la agrobiotecnología para que respondiera a objetivos e intereses locales serían muy limitadas.

b) Compromisos en bioseguridad adquiridos por México

A principios de la segunda etapa, el perfil del marco jurídico vigente en el país en materia de OVM incluía como primer punto un instrumento internacional: el Convenio sobre Diversidad Biológica,⁴⁹ del cual se derivaría el Protocolo Internacional de Bioseguridad. Entre los mandatos derivados de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, se propuso la creación de un Protocolo Internacional en esta materia como el instrumento legalmente vinculante para la regulación del movimiento transfronterizo de organismos vivos manipulados genéticamente entre las partes firmantes. Para instrumentar el artículo del Convenio sobre Diversidad Biológica que dio lugar al protocolo,⁵⁰ en 1995 se formó el Grupo de Trabajo *ad hoc* en Bioseguridad (Open-ended *Ad Hoc* Working Group of Experts on Biosafety) que trabajó durante cinco años hasta lograr la adopción del Protocolo: cada gobierno participante sometió una propuesta de texto legal. En el caso de México, la propuesta sometida en junio de 1997 estuvo coordinada por la Conabio y la SRE, y fue consensada con Sagar, Secofi, SS y Semarnap (Gálvez, 2000:32).

A pesar de la importancia jerárquica del CDB en el establecimiento de un marco jurídico en bioseguridad en el país y, en consecuencia, del mandato para establecer el protocolo, durante algún tiempo varias de las dependencias del gobierno mexicano

⁴⁹ Publicado en el DOF el 7 de mayo de 1993.

⁵⁰ Se refiere al artículo 19.3 de la CDB en el que se invita a las Partes a considerar la necesidad para y modalidades de un Protocolo que ponga a punto los procedimientos apropiados, incluyendo de manera particular el Acuerdo Fundamentado Previo en el campo de la transferencia el manejo y el uso seguros de cualquier Organismo Vivo Modificado (OVM) resultante de la biotecnología y que pueda tener efectos adversos en la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica.

sólo mostraron un interés cosmético al respecto. De hecho, la participación de México en varias de las reuniones del mencionado grupo fue posible gracias al interés de una persona del sector académico que –en reconocimiento a su capacidad técnica y en materia de formulación de políticas en esta área– la mayor parte de las veces recibía la invitación y recursos por parte del mencionado Grupo para asistir a las reuniones internacionales. Gracias a esa persona –que fue la “memoria científica y política” de las diferentes reuniones– las diferentes delegaciones mexicanas, en su momento, pudieron integrar más fácilmente una propuesta de texto para el protocolo. De ahí la importancia de considerar también la influencia que –en la capacidad de procesamiento de los actores– podrían tener sus actitudes, valores, costumbres y prácticas institucionales en torno al uso seguro de la biotecnología, la protección del conocimiento, la promoción y el control de la tecnología.

Tercera etapa

Participación de nuevos actores

Hasta finales de esta segunda etapa, la participación de nuevos actores en materia de bioseguridad en el país había sido muy escasa y, con argumentaciones muy pobres los medios de comunicación poco se interesaban en el tema. A fines de 1998, GreenPeace empezó a reclutar a personas con mayor capacidad de argumentación técnica en la materia y, al poco tiempo, aprovechando el interés internacional que estaba despertando la reunión para la firma del Protocolo de Bioseguridad en Cartagena (fines de enero y principios de febrero de 1999), inició su campaña contra el maíz transgénico con un acto publicitario que le dio la vuelta al mundo, pero que muy especialmente, atrajo la atención pública del país y marcó un incremento gradual en la participación y nivel de coordinación de asociaciones de productores de menos recursos y ONG ambientalistas.

En este acto GreenPeace citó a los medios de comunicación en el Monumento a la Independencia (Ángel) de la ciudad de México, y logró colocar una manta alusiva a su campaña contra el maíz transgénico, antes de que detuvieran a los manifestantes. En un marco de gran interés internacional por la firma del Protocolo en Cartagena, la foto dio la vuelta al mundo, pero además atrajo la atención de nuevos actores en el país hacia este tema. Los medios se interesaron, pero también en las altas esferas gubernamentales se empezó a despertar interés. La efectividad de GreenPeace para comunicar al público sus puntos de vista acerca de los riesgos de estos productos ha sido alta y ha superado muchos esfuerzos de funcionarios, investigadores y empresarios.

Avances recientes en materia de investigación sobre percepción pública han reconocido la influencia en la opinión pública tanto de los nuevos movimientos sociales, como de los medios masivos y han cambiado su enfoque —del análisis de percepción individual, a la investigación del nivel de acción social y a la formación de oposición. Según una revisión hecha por Aerni, estos grupos saben que sus acciones llenan los requisitos que requieren los medios masivos para clasificarlas como eventos relevantes (Aerni, 1997). A partir de ese momento GreenPeace adquirió poder de convocatoria entre diferentes ONG preocupadas por los posibles riesgos de estos alimentos, se generó una mayor acción social y una mayor comunicación entre ellas, para lo cual ha sido muy importante el correo electrónico y la internet. A mediados de 1999, con motivo de la realización de un seminario organizado por el Senado de la República y Cambiotec,⁵¹ empezó a ser muy notorio el interés y temores en torno a la bioseguridad: ambientalistas, organizaciones de pequeños productores, de consumidores. La formación de oposición estaba en proceso y las diversas ONG empezaron a aprender la mecánica de ver a legisladores y de hacer cabildeo político en las diferentes comisiones de diputados y senadores que tenían que ver con el tema.⁵²

⁵¹ Se refiere al Seminario Consideraciones Nacionales para la Regulación en Bioseguridad, Senado de la República/Cambiotec, México, D.F., 2 de junio de 1999.

⁵² Liza Covantes, comunicación personal.

Para abril de 1999, con motivo de la celebración de su 50° aniversario, la empresa Maseca, principal productora de harina de maíz mixtamalizada en México, anunció su interés en la materia como una herramienta importante en su estrategia de desarrollo futura. Las controversias en Europa en torno a los OGM se estaban agudizando, especialmente en el Reino Unido, donde Maseca estaba por inaugurar una planta para la elaboración de productos derivados de maíz, y empezaba a enfrentar oposición organizada en México, especialmente contra la importación y utilización de maíz transgénico. Pocos meses después, Maseca dio marcha atrás con la inclusión de esta tecnología en su estrategia de desarrollo.

La necesidad de coordinación institucional

En abril de 1999 le fue presentado al presidente de México un documento sobre los organismos vivos modificados en la agricultura mexicana en cuya elaboración participaron veintiún investigadores de diversas instituciones públicas y universidades del país, donde se recomendaba de manera destacada la realización de esfuerzos extraordinarios que apoyaran el desarrollo y consolidación de la capacidad científica y tecnológica del país en el campo de la biotecnología agrícola y de las disciplinas directamente relacionadas con las evaluaciones de riesgo de OVM y sus productos, así como la creación de un organismo con la calidad científica, la credibilidad y la autoridad moral para establecer políticas integrales en materia de bioseguridad que garanticen la rectoría del Estado en esta materia y la participación de todos los sectores pertinentes: académicos, empresarios, productores y sociedad en general, así como el desarrollo responsable de la biotecnología y el apoyo público a las decisiones que se tomen para evitar o reducir los riesgos a la diversidad biológica y a la salud humana (Álvarez *et al.*, 1999:48).

En respuesta a dicha petición, el 5 de noviembre de 1999 fue creada la CibioGem por acuerdo presidencial; excepto por su

Consejo Consultivo, integrado por científicos de reconocido prestigio y experiencia, ésta dista de ser un organismo con las características asentadas en el párrafo anterior. Por el contrario, por los tiempos políticos en que fue creada⁵³ y los intereses tan controvertidos que actualmente existen en este campo en el país,⁵⁴ la Cibiogem no ha podido allegarse los recursos necesarios para su operación, ni establecer una organización adecuada —como se asienta en las recomendaciones para mejorar su funcionamiento en un reciente estudio financiado por SEP/Conacyt.⁵⁵ Tampoco ha logrado ganar credibilidad como órgano coordinador en la materia, como lo manifiestan las declaraciones de ONG ambientalistas y asociaciones de productores diversas a lo largo de esta tercera etapa (GreenPeace, 2001).

Según una revisión de Aerni, cuando hay desconfianza a nivel subliminal, la confianza del público no puede ser ganada a partir de información sólida —como pueden ser los resultados de estudios científicos—, lo cual es importante de considerar para quienes intentan realizar cualquier esfuerzo de promoción de la agrobiotecnología (1997). Por ejemplo, en una encuesta reciente sobre la percepción pública acerca de la biotecnología agrícola en México realizada por este investigador, la confianza pública en las instituciones gubernamentales fue la que obtuvo el puntaje más bajo (Aerni, 2001:16). Sin embargo, nuestra investigación en torno del algodón transgénico pone de manifiesto que la DGSV y el CNBA han realizado una labor compleja, con responsabilidad y honestidad profesional, excediendo incluso sus funciones para llenar los vacíos institucionales dejados por otras dependencias gubernamentales; en el caso del CNBA, además de forma honoraria. Sin embargo, por la gran desconfianza pública en el gobierno, es muy posible que el trabajo realizado por estas dependencias

⁵³ Fines de sexenio.

⁵⁴ Dependencias gubernamentales involucradas, empresarios agrobiotecnológicos y sus asociaciones, ONG ambientalistas, organizaciones de grandes productores y de pequeños productores, académicos, partidos políticos, etcétera.

⁵⁵ Véase Bolívar, 2001:108.

con el algodón transgénico sea percibido con desconfianza sin profundizar en los esfuerzos realizados por los individuos involucrados en las tareas de evaluación y vigilancia de este cultivo.

Iniciativas de ley en bioseguridad

En la segunda mitad de 1999 surgió una iniciativa de ley en bioseguridad del Partido Verde Ecologista de México,⁵⁶ que reflejaba una escasa capacidad de argumentación técnica y dejaba de lado aspectos muy importantes, como el intercambio de semillas transgénicas entre países y sus diferencias en diversidad genética, las posibilidades de aplicación del principio precautorio y su relación con acuerdos internacionales como el TLCAN, etcétera;⁵⁷ tales deficiencias dieron como resultado que la iniciativa de ley fuera retirada del proceso de consulta donde era revisada.

En octubre de 1999 y como resultado de un foro de consulta en biotecnología organizado por la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería,⁵⁸ algunos diputados federales del Partido Acción Nacional se interesaron en el tema y presentaron, en abril de 2000, una iniciativa de Ley de Bioseguridad. Los diputados que la proponían pertenecían a la LVII legislatura que estaba por concluir, la iniciativa fue consultada de manera amplia pero enfrentó oposición por parte de los grandes complejos agrobiotecnológicos que tenían representación en el país y quedó en espera de tiempos más propicios. La siguiente legislatura no la retomó; lo que no deja de llamar la atención, pues en una encuesta de mediados de 2000 entre los principales actores políticos involucrados en el debate público en torno a la biotecnología en México, existía un descontento fuerte con la regula-

⁵⁶ Iniciativa de Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

⁵⁷ Véase Chauvet y González, 1999.

⁵⁸ Se refiere al Foro "Retos y oportunidades de la biotecnología en México" organizado a mediados de septiembre de 1999 por la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería.

ción vigente para los organismos transgénicos y no se pensaba que ésta fuera adecuada, ya que las leyes existentes no habían sido diseñadas exclusivamente para organismos genéticamente modificados, pero se pensaba que la nueva ley que se estaba elaborando, podría cambiar esa situación (Aerni, 2001:34).

Es posible que el interés en el tema entre diputados de la LVII Legislatura haya respondido a las presiones y cabildeos sobre los cuerpos legislativos para el establecimiento de marcos regulatorios –en materia de bioseguridad– existentes desde 1999. Su abandono en la siguiente legislatura manifiesta la necesidad de avanzar en cuestiones democráticas, más allá de lo electoral.

Para este entonces ya se apreciaban dos posiciones en materia de políticas de bioseguridad: una a favor de una ley en bioseguridad y la otra que afirmaba que no era necesaria la ley. La primera, defendida por algunos diputados del PAN de la Comisión de Medio Ambiente de la mencionada LVII Legislatura –quienes habían encargado su elaboración y cuyo periodo estaba por concluir–, así como por algunos académicos y por ONG ambientalistas y de asociaciones de productores; la segunda, claramente defendida por una asociación de reciente creación formada por los grandes consorcios con representación en el país: Agrobío, así como por algunos académicos del área de biotecnología. Cabe destacar la pertinencia de haber conceptualizado las diferentes actividades importantes para el desarrollo y uso de una tecnología como *focus* donde los actores pueden interactuar y llegar a establecer visiones –compartidas o contrapuestas– sobre los diferentes problemas que guardan relación con la actividad en la que participan.

Al respecto, los autores del capítulo sobre el marco legal e institucional de la biotecnología moderna –en el antes mencionado estudio de SEP/Conacyt– establecen los pros y los contras de una política regulatoria centralizada, que –toda proporción guardada– correspondería a la posición descrita en el párrafo anterior, que pugnaba por el establecimiento de una ley en bioseguridad, y los de una política regulatoria descentralizada

que correspondería a la segunda posición (Arriaga *et al.*, 2001:103). Dichos autores, recomiendan “avanzar en la regulación de los productos biotecnológicos, incluyendo los OGM, por la vía descentralizada, pero con un programa de normatividad integralmente diseñado” (Arriaga *et al.*, 2001:107).

A pesar de lo que afirman Arriaga *et al.*, en mi opinión la disputa al respecto dista de estar zanjada; aunque la iniciativa del PAN por su escasa gestión política no haya obtenido los apoyos para ser aprobada durante la LVII legislatura, constituye una base de discusión más sólida que la presentada por el PVEM. Por otro lado, el proceso no puede considerarse concluido, toda vez que es el segundo punto de la agenda básica para el debate nacional sobre biotecnología y bioseguridad planteada por un grupo de ONG encabezado por GreenPeace –como reacción a la realización del Foro Nacional de Biotecnología organizado por la CibioGem a principios de 2001. De ahí la importancia de abrir la discusión a una participación más amplia que evalúe de manera rigurosa las implicaciones asociadas a cada una de las tendencias en materia de recursos y complejidad institucional, y que sea el resultado del consenso de los diferentes actores involucrados.⁵⁹

Lo anterior es especialmente importante si se reconoce el carácter dual de la bioseguridad como principio político y como principio de reestructuración. Además, ambas tendencias tienen puntos en común como es el reconocer que la estructura regulatoria actual no es la adecuada, que presenta vacíos e imprecisiones importantes, lo que a su vez afecta negativamente el ejercicio coordinado de las atribuciones que tienen a su cargo las diferentes dependencias (Arriaga *et al.*, 2001:103).

⁵⁹ En el estudio sobre Biotecnología Moderna apoyado por SEP/Conacyt se establece muy claramente desde el prólogo que es el resultado del esfuerzo de un grupo de académicos y profesionales (Bolívar, 2001:13-14), pero no incluyó la participación de los actores involucrados.

a) Construcción de visiones compartidas

Los días 15 y 16 de enero de 2001 se llevó a cabo un foro sobre biotecnología y bioseguridad en la agricultura organizado por la CibioGem, su relevancia para esta investigación reside en que constituyó el evento que motivó a varias ONG ambientalistas, asociaciones de productores y organizaciones campesinas a poner en claro y estructurar una agenda básica para el debate nacional sobre estas áreas, cosa que no se había logrado con anterioridad.

Por ser reconocida como una ONG ambientalista de gran peso en el debate, la CibioGem le extendió una invitación a GreenPeace para asistir al foro, a lo cual esta organización reaccionó públicamente denunciando –cinco días antes de la realización del evento– que se trataba de un contubernio entre el gobierno y la industria para la introducción de transgénicos a la agricultura mexicana (GreenPeace, 2001a).

GreenPeace argumentó que, con el foro, se estaba entregando a la industria la discusión sobre el futuro de los OGM y su utilización en la agricultura en México y que se excluía a todos los demás sectores, ya que la selección de los ponentes había sido tendenciosa pues de manera casi exclusiva se representaban los intereses de la industria biotecnológica y de los científicos relacionados con la biotecnología, excluyendo de manera evidente a:

Legisladores, sociólogos, ecólogos, antropólogos, nutriólogos, productores de maíz, papa, jitomate y otros cultivos, organizaciones ambientalistas y de consumidores, a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), cuyos puntos de vista deben ser escuchados y tomados en cuenta para la toma de decisiones relacionadas con los organismos transgénicos [GreenPeace, 2001a].

Según GreenPeace:

Un foro nacional encaminado a recoger recomendaciones para elaborar una legislación sobre los organismos transgénicos, no puede recoger exclusivamente las opiniones del sector industrial y dejar de lado otras

perspectivas sobre la producción, uso y consumo de estos productos, mismas que el propio presidente Fox ha reconocido. La CibioGem debe tener presente este compromiso [GreenPeace, 2001a].

Antes del evento, GreenPeace convocó a diversas organizaciones para que acudieran al foro, pero de manera organizada, para protestar por la parcialidad del evento y para hacer cuestionamientos, propuestas y participar en las mesas de trabajo, pero a muchos de ellos no los dejaron entrar al lugar, ya fuera porque no tenían registro o porque no cumplían con ciertos requisitos de vestuario –con falta de sensibilidad política el evento fue realizado en un sitio donde no se permitía el acceso a quienes no llevaran saco y corbata, restricción que se aplicó incluso a algunos ponentes.

Con gran indignación, las organizaciones convocadas por GreenPeace expresaron en conferencia de prensa que:

Las aplicaciones biotecnológicas en la agricultura y la alimentación plantean cuestiones de interés y seguridad nacional, que no fueron suficientes ni correctamente expresadas durante el mal llamado foro nacional. Existen numerosas preocupaciones sobre las implicaciones ambientales, sociales, económicas y culturales del uso de los cultivos transgénicos, que hemos resumido en diez puntos básicos, que consideramos indispensable incluir en un debate sobre este tema que tenga realmente la pretensión de ser nacional [GreenPeace, 2001b].

A lo largo de dichos puntos se destacaba entre otros, la participación ciudadana en los foros de consulta y toma de decisiones en la materia; la revisión y cumplimiento del marco legal en bioseguridad; la ratificación por parte de México del Protocolo de Bioseguridad; la suspensión de importaciones de maíz transgénico; evaluación y manejo de riesgos ambientales y de salud; evaluación de impacto e implicaciones socioeconómicas y culturales; consejo científico multidisciplinario e independiente; definición de una política de investigación y desarrollo científico y tecnológico conforme a una agenda nacional acordada entre todos los sectores; promoción por parte de Sagarpa, Semarnat, Sedesol, centros educativos y de investigación públi-

ca de una agricultura ecológicamente sustentable y alimentos sanos para todos(as) los(as) mexicanos(as).

Respecto de la CibioGem, expresaron que su estructura debía cambiar y propusieron que dicha comisión debía contar con representantes del Poder Legislativo y de miembros de la sociedad civil (GreenPeace, 2001b). La realización del Primer Foro Nacional de Biotecnología y Bioseguridad en la Agricultura en México fue un evento importante en el proceso de formación de oposición antitransgénicos en México, ya que en la mencionada encuesta sobre percepción pública de la biotecnología agrícola en México, realizada a mediados de 2000, se había encontrado que la frontera en el debate público entre quienes se oponían y los que estaban a favor de la ingeniería genética no estaba delimitada por la afiliación institucional y que, además, el hecho de que la mayoría de los encuestados se encontrara en la parte moderada del espectro –de percepción– indicaba que la discusión pública no estaba tan polarizada como en otros países (Aerni, 2001:14). Después de un foro con las características que tuvo éste, la discusión se polarizó.

Establecimiento de normas

Las demandas sociales por mayor participación, como las surgidas en reacción al foro, fueron recogidas en el anteproyecto de norma que establece los requisitos para la liberación semicomercial y comercial de OGM en el país –NOM-FITO 2000– elaborado por Sagarpa y abierto a la discusión; a diferencia de las medidas de bioseguridad establecidas para la liberación piloto, donde no se incluía la consulta al público ni a las ONG, el nuevo anteproyecto de norma incluía la consulta con el público y las ONG respecto de una serie de procedimientos para la atención de solicitudes para la liberación en campo de OGM a nivel piloto y comercial.

Como resultado de ese proceso de discusión se presentó una propuesta conjunta para el anteproyecto de norma entre Sagarpa

y Semarnat –NOM-FITO/ECOL 2001– que se basa en un enfoque de precaución⁶⁰ y establece zonas autorizadas para la liberación piloto y comercial en función del riesgo ecológico y ambiental, así como zonas prohibidas y una vigencia para la liberación. Asimismo, establece una fianza que permita cubrir los costos de monitoreo de las acciones de bioseguridad que previenen los daños al ambiente y a los recursos naturales.

Por otro lado, si se comparan los procedimientos para atención de solicitudes en ambos anteproyectos de norma, los actores centrales en el anteproyecto de Sagarpa eran la DGSV y la empresa que hacía la solicitud (denominada como Responsable). En la versión conjunta entre Sagarpa y Semarnat, gran parte de las actividades asignadas a DGSV ahora son compartidas con la DGIOECE.

Al respecto es importante destacar el contraste de la actitud de algunos representantes de Semarnat hacia el tema y el apoyo que ha recibido la participación de esta institución por parte de las diferentes organizaciones ambientalistas, *versus* el escaso interés y nula participación en los aspectos operativos del proceso de liberación de OGM en el país por parte de las diferentes autoridades ambientales desde que este proceso se inició, en 1988.

Todo lo anterior me llevó a reflexionar acerca de que los posibles efectos negativos en el ambiente y en la práctica agrícola podrían ser graves e irreversibles si no se realizaban cambios importantes en las actividades de regulación de la agrobiotecnología –más allá de los emprendidos hasta el momento en materia de propiedad intelectual y bioseguridad– que debían atender tanto lo relacionado con la capacidad de los actores para manejar la tecnología, como sus interacciones.

La participación de la Semarnat es de fundamental importancia, pero el marco regulatorio que se proponga debe conciliar lo posible con lo deseable; por supuesto, tomando en cuenta los recursos y organización con los que se puede contar, lo cual co-

⁶⁰ Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

bra mayor relevancia ante las advertencias –desde mayo de 2001– de que existe contaminación genética entre las variedades de maíces criollos en Oaxaca. Desde que se realizaron los primeros intentos por hacer pública la información⁶¹ hasta que algunas autoridades ambientales reconocieron la posible contaminación genética pasaron más de cinco meses y, al momento de cerrar esta investigación, no se había hecho público si se estaba tomando alguna medida al respecto.

Finalmente, es importante destacar que uno de los principales efectos sociales de la agrobiotecnología para países desarrollados –y más aún para países en desarrollo– es el que se presenta a nivel institucional relativo a la complejidad regulatoria que requiere el uso seguro de esta tecnología y la protección de su propiedad intelectual (Brenner, 1998:53; Stirling, 1999:10). En un país de desarrollo intermedio como lo es México –que posee gran diversidad no sólo en lo que a especies biológicas se refiere, sino también en cuanto a perfiles de productores y sus niveles de organización, tamaños y grado de tecnificación de sus unidades de producción, así como una gran diversidad de zonas agroecológicas donde se realizan las actividades agrícolas con las características anteriores– los retos para utilizar de manera responsable este tipo de productos se multiplican, ya que se requiere de mayores recursos humanos, técnicos y económicos, así como de una organización diferente. Según Álvarez, tales recursos y organización son necesarios tanto si la agricultura utiliza o no OGM, pero se espera que la conservación del ambiente y de la biodiversidad coexistan en el futuro (2000:94).

⁶¹ A mediados de mayo de 2001, el investigador que había descubierto presencia de maíz transgénico entre maíces criollos en Oaxaca solicitó la oportunidad de plantear sus descubrimientos en una conferencia en la Casa del Tiempo de la UAM, misma que se canceló.

IV. Biotecnología agrícola: dos estudios de caso

La dicotomía agencia-estructura parecería, como dice Bunge, “inventada”, ya que todo agente puede ser considerado como un componente dentro de un sistema social, y todos los sistemas sociales existen –o se desintegran– por las acciones de sus componentes. Sin embargo, hay factores que los actores no pueden modificar o controlar, lo que nos lleva a la necesidad de reconocer que toda unidad de análisis está inserta en un sistema de nivel superior; es decir, un sistema debe ser tratado como una unidad dentro de un contexto (Bunge, 1996:368-392).

Para nuestros casos de estudio tomamos en consideración algunas características del contexto que seguramente influyeron en el comportamiento de los actores de los cultivos de papa y algodón. Enseguida presentamos una breve caracterización del sector agrícola en México y destacamos algunas de las restricciones y oportunidades que enfrentaron los actores.

Al conceptualizar en esta investigación el acceso como el elemento que permite articular las redes de desarrollo y uso de las agrobiotecnologías estudiadas, se le dio un gran peso a la capacidad de los actores para procesarlas, especialmente si se quería que el acceso para los productores agrícolas fuera intencional e informado. Pero esa capacidad resultó afectada por las políticas de estabilización y ajuste estructural implantadas desde los años ochenta; por ejemplo, los servicios públicos de extensión agríco-

la en México pasaron a bufetes privados, muchos de los cuales complementaron sus ingresos conjuntando la asistencia técnica con la venta de insumos, con lo cual privilegiaron la utilización de ciertos productos.

Además, el adelgazamiento del gobierno no sólo abarcó a la extensión,¹ también el presupuesto de su instituto de investigaciones² fue reducido abruptamente, por lo que el INIFAP dejó de desarrollar germoplasma y la empresa Productora Nacional de Semillas —que operaba con éste— salió del mercado y sus productos fueron sustituidos por semillas de importación. A su vez, varios de los investigadores del instituto fueron contratados por empresas trasnacionales, que a menudo recibían el germoplasma desarrollado por aquellos en su anterior centro de trabajo.

Además de I&D, otros elementos importantes fueron entregados a organizaciones de productores, como el manejo del agua y de los servicios de sanidad vegetal. Todo ello, aunado a procesos de apertura comercial y políticas equivocadas, que no consideraron que la producción agrícola mexicana en realidad competía contra los subsidios de otros países, dieron como resultado que durante los ochenta se redujeran los cultivos de soya, cártamo, algodón, etcétera, que habían alcanzado producciones importantes en años anteriores.

Pero estos factores no afectaron de igual manera a todas las regiones agrícolas del país, tal fue el caso de algunas zonas del noroeste, norte y noreste del país donde en los noventa se sembró el algodón transgénico. En estas zonas, dotadas con apoyos de diversa índole, las organizaciones de productores manejaron con acierto, en general, los insumos recibidos, lo cual constituyó una base importante para manejar la liberación piloto del algodón Bt.

Por el contrario, en zonas de la Sierra de Puebla dedicadas al cultivo de la papa la falta de extensión agrícola y la carencia de inversión pública en infraestructura, crédito y servicios de apoyo

¹ En 1982, los extensionistas agrícolas ocupados por el sector público federal pasaron de once mil a catorce técnicos.

² El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

gubernamentales ha dado como resultado el paulatino desplazamiento de las especies cultivadas tradicionalmente por variedades blancas producidas en otras regiones del país.

Otra de las medidas que tuvo fuertes impactos fue la apertura comercial; sin embargo, ante ésta hubo reacciones diferentes entre los actores, que condujeron a repercusiones diferenciadas frente a tal política: en el caso de la papa afectó negativamente a los productores de menos recursos, como los de la Sierra de Puebla; aunque tanto el algodón como la papa son producidos para el mercado, sujetos a competencia internacional, en el algodón el impacto del precio ha sido determinante en las decisiones de siembra de los agricultores durante los últimos años.

Antes de finalizar la primera mitad de los noventa, los acuerdos alcanzados en la Ronda Uruguay del GATT y en el Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá, trajeron aparejadas para el país una serie de medidas de protección de la propiedad intelectual tendentes a facilitar la transferencia de tecnología.

De especial importancia para la adopción del algodón Bt –en la etapa de liberación piloto– han sido los cambios a la Constitución Política en materia agraria, que pese a que no atrajeron inversión en actividades agropecuarias en la medida que se esperaba, facilitaron la formación de asociaciones en participación y la compactación de tierras, lo que facilitó el manejo de medidas de seguridad biológica en el caso del algodónero.

Así, la influencia de estos factores en los casos estudiados fue de utilidad para entender por qué ciertas alternativas tecnológicas, como opuestas a otras, fueron o no adoptadas, independientemente de si eran objetivamente más eficientes.

La papa resistente a virus PVX y PVY

Desde 1990, diversos estudiosos destacan que la orientación de la biotecnología en países de menos desarrollo se veía influida por intereses comerciales (Persley, 1990:x-xv; Casas *et al.*,

1992:iii-x). En la actualidad, los productos desarrollados y comercializados efectivamente poco tienen que ver con las necesidades de los productores más desprotegidos de estos países (Persley y Lantin, 2000; Chauvet, 1999).

La importancia del proyecto de papa resistente a virus PVX y PVY realizado en México radica en que constituye la primera iniciativa, y la más avanzada en el país, para volver realidad la promesa de la biotecnología de contribuir con la dinamización de sectores primarios en países de menos desarrollo, como afirman sus proponentes. El proyecto que ha seguido el camino recomendado por diferentes analistas³ para lograr que agrobiotecnologías genéricas,⁴ sobre las que alguien ostenta algún tipo de propiedad, puedan beneficiar a los campesinos más desprotegidos (Qaim, 1998:35-36; 1999:v-vii; Spillane, 1999:1-7); dicho camino toma como punto de partida la existencia de centros de investigación públicos con capacidad para desarrollar aplicaciones específicas a partir de las mencionadas tecnologías genéricas.⁵

Cuando una tecnología no es del dominio público –esté o no protegida por DPI– un camino para obtenerla es negociarla; otro más tardado sería desarrollarla. En el caso de la tecnología que nos ocupa se considera que los investigadores de centros públicos en países de menos desarrollo pueden buscar aplicaciones específicas que no sean de mayor interés comercial para quien tiene la tecnología, pero que respondan a las necesidades de productores de

³ Desde principios de los noventa, el IICA convocó a un gran número de expertos y realizó talleres y reuniones para formular políticas para el desarrollo de la biotecnología en América Latina y el Caribe; el papel asignado a organismos públicos de investigación aplicada en el proceso de innovación biotecnológica fue el de facilitar la transferencia de tecnologías y su adaptación a las condiciones de los productores campesinos y a otras necesidades (Jaffé y Zaldívar, 1992:16-17).

⁴ Por ejemplo, para este caso de papa resistente a virus la tecnología genérica se refiere a los genes de la cápsida viral, para resistencia a los virus PVX y PVY y su correspondiente *know-how* del proceso de transformación genética, que pueden ser utilizados en diferentes variedades.

⁵ Una aplicación específica de la tecnología de papa resistente a virus sería parte de lo que Cinvestav-1 hizo en este proyecto, al adaptar la tecnología de resistencia a virus a variedades de interés nacional.

menos recursos; las desarrolladas siguiendo este camino, al menos en teoría, constituyen una posibilidad de volver realidad las grandes promesas de la biotecnología (Commandeur, 1996:14-19; James y Krattiger, 1994:225-237; Spillane, 1999:42-50).

En el análisis del acceso, especialmente el aspecto de la propiedad intelectual, tiene gran relevancia, ya que puede limitar, de entrada, las posibles aplicaciones a desarrollar, como en el caso de este proyecto. La importancia de la bioseguridad, por su parte, radica en que a partir de ésta se puede no sólo incidir en el tipo de tecnología a desarrollar, sino también permitir o impedir su utilización en forma ampliada (Spillane, 1999:35).

Por otro lado, el manejo adecuado de la propiedad intelectual y la bioseguridad afecta tanto las capacidades de los diferentes actores involucrados en el desarrollo y uso de una tecnología, como las articulaciones que es necesario realizar entre ellos, lo que representa un reto en materia de complejidad institucional, especialmente para países de menos desarrollo que, como ya se mencionó, deben establecer cómo se van a allegar los recursos para manejar las nuevas agrobiotecnologías y quién va a pagar por ellas (Álvarez, 2000:93-94; Cohen *et al.*, 1999:1-2; P'instrup-Andersen, 1999:1-2).

A continuación analizamos los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso de los diferentes actores involucrados tanto en el desarrollo como en la posible utilización de la tecnología de papa resistente a virus PVX y PVY lograda por Cinvestav-I. A lo largo de este capítulo identificamos a los actores que han tenido mayores posibilidades de influir en su aplicación.

La delimitación en el tiempo para este caso abarca desde principios de los noventa hasta la segunda mitad del 2001.⁶ A lo largo de un poco más de una década, los actores que participa-

⁶ A principios de la década de los noventa surgió el proyecto de la papa resistente a virus PVX y PVY, con la participación de Monsanto como donador de la tecnología. En abril y mayo de 2001 se propusieron las primeras iniciativas de norma para la liberación en campo a nivel comercial de plantas transgénicas. Durante la segunda mitad de 2001 hubo revisiones continuas a la norma con una participación social amplia.

ron en este proyecto interactuaron en una serie de actividades importantes en el proceso de cambio tecnológico de la papa resistente a virus; durante el periodo de análisis se hicieron cortes para ilustrar cambios en los patrones, así como consecuencias de las interconexiones entre los diferentes actores de la red.

Producción de papa y enfermedades virales

La papa constituye un cultivo sobresaliente tanto en el país, como a escala mundial; su importancia radica, por un lado, en su alto valor alimenticio, como fuente de diversos nutrientes – incluso, se ha llegado a considerar que su contenido nutricional es mayor que el de los cereales,⁷ toda vez que combina carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales y diversas vitaminas, como la A, C, G y complejo B–; por el otro, su importancia económica se refleja en los niveles de ingreso obtenidos por los productores y también en la generación de mano de obra agrícola, en especial durante las épocas de cosecha. (ASERCA, 1998:3-4).

A la fecha, se tienen identificadas más de mil variedades en todo el mundo, que se pueden clasificar en variedades industriales, para el consumo en fresco y las llamadas “variedades finas”. En el país contamos con más de cien, dentro de las que destacan la denominada Alpha –en 40 por ciento de la superficie cosechada y la mitad de la producción–, así como las importadas y las desarrolladas y liberadas en el país.⁸

El cultivo se ha extendido en gran parte del territorio nacional –poco más de 65 mil hectáreas sembradas desde mediados de los noventa– al grado de que registra una producción de 1.5 millones de toneladas en 1999, cifra que comparada con la del año inmediatamente anterior –1.3 millones de toneladas– significa un incremento relativo de 14.6 por ciento. Sin embargo,

⁷ La papa ocupa el primer lugar en cuanto al rendimiento de proteínas vegetales por hectárea (ASERCA, 1998:3-4).

⁸ En 1991 se reportó que el INIFAP contaba con 1000 valiosas especies silvestres del género *Solanum* (Marks *et al.*, 1991:158).

la producción refleja rendimientos dispares a lo largo del periodo analizado; asimismo, muestra disparidades en cuanto a los distintos ámbitos en los que se cultiva, resultado de las condiciones climatológicas y la vocación del suelo, pero también de las variadas técnicas productivas. Así, mientras que en algunas zonas es posible obtener rendimientos promedio superiores a las 37.8 toneladas por hectárea, otras registran sólo siete (Qaim, 1998:40).

De acuerdo con una agrupación convencional de las entidades federativas, 51.3 por ciento de la producción del año agrícola de 1999 –754 mil toneladas– tuvo lugar en la región norte, que comprende los estados de Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, en tanto que en las regiones centro y sur –Aguascalientes, Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz– los niveles de producción alcanzaron poco más de 714 mil toneladas durante el mismo periodo, 48.7 por ciento del total nacional.*

Por otra parte, el ritmo de crecimiento de la producción nacional de papa durante la década 1990-1999 fue de 1.5 por ciento, cifra que puede considerarse baja respecto de las variaciones en la superficie sembrada y cosechada, incluso si consideramos los niveles de siniestralidad en algunas áreas durante 1993 y 1994, años que registran los menores niveles de superficie cultivada, lo que ilustra las dificultades para abrir nuevas áreas a la producción, pero también muestra los incrementos en cuanto a rendimientos logrados, principalmente en la región norte. Conviene señalar que en esta zona las características de la producción están asociadas a mayor extensión por predio cultivado, mejor calidad de semilla, mayores niveles de tecnificación y mecanización, mayor grado de organización en los productores, canales de comercialización más ágiles, etcétera.

* Información obtenida a partir de los *Anuarios Estadísticos* de la Sagar (1991-1999).

En lo que a las variaciones regionales de la producción se refiere, es importante resaltar la heterogeneidad del comportamiento por entidad federativa; así, en el lapso estudiado, y a pesar del decremento en la producción del tubérculo, Sinaloa ha mantenido el primer lugar en el país, seguido por el Estado de México, el cual conserva a lo largo de la década el segundo lugar –las participaciones en la producción nacional variaron de 20.2 a 15.4 por ciento para Sinaloa, y de 14.7 a 11.4 por ciento para el Estado de México, respectivamente. Puebla, por su parte, bajó del tercer lugar a escala nacional, en 1990, al noveno en 1999 (con 9.6 por ciento de decremento anual), desplazado por Chihuahua, cuya dinámica de 15.3 por ciento promedio de crecimiento anual, lo llevó de representar el 3.3 por ciento de la producción global en 1990, hasta el 10.6 por ciento en 1999.⁹ De manera similar al estado norteño, Guanajuato, Michoacán, Nuevo León y Sonora incrementaron su participación nacional como resultado de un crecimiento promedio anual mayor al registrado durante la década: 4.1, 7.8, 5.2 y 7.5 por ciento, respectivamente.

En resumen, durante el periodo analizado los niveles de participación de las regiones centro y sur, por una parte, y la región norte, por otra, se modificaron al invertirse las proporciones; así, a finales de la década más del cincuenta por ciento de la producción nacional provino de los estados norteños, sin dejar de destacar la dinámica mostrada por algunas entidades de las regiones central y sureña, lo cual pone de manifiesto que, de mantenerse las condiciones vigentes, el cultivo en las regiones centro y sur enfrentará presiones cada vez mayores en cuanto a rendimientos; de ahí la importancia de buscar soluciones, principalmente para los productores de menores recursos.

⁹ Los datos estadísticos disponibles no permiten profundizar en el análisis, pero los incrementos que se presentan en Chihuahua seguramente guardan relación con el hecho de que la primera empresa de producción de semilla de alta calidad que utilizó el cultivo de tejidos vegetales en el país se estableció en ese estado a principios de los noventa. Por su parte, la utilización de semilla de alta calidad permite incrementar rendimientos, ya que se van estableciendo zonas de cultivo libre de virus (CamBioTec, 1999:3).

A principios de los noventa, cuando el Cinvestav-I inició el proyecto de papa resistente a virus, ésta era una de las principales hortalizas producidas tanto en riego (69 por ciento de la producción nacional y 52 por ciento de la superficie cosechada) como en temporal, debido a sus altos rendimientos, a que sus precios podían llegar a ser atractivos, a su gran valor nutricional y a su aceptación por los consumidores (Biarnès *et al.*, 1995:4).

Desde ese entonces se sabía que los productores comerciales usaban agroquímicos que ocasionaban fuertes problemas ambientales; así, en 1991 este cultivo consumía casi 20 por ciento del total nacional de fungicidas agrícolas, para menos del 0.5 por ciento de la superficie agrícola del país (Romero-Lima *et al.*, 2000:262). De ahí la importancia de buscar soluciones que redujeran estos insumos, lo que repercutiría en reducir costos y daños al ambiente; ambos impactos en el cultivo de la papa fueron buscados a partir del proyecto Cinvestav-I.

El cultivo ya estaba muy extendido en el país desde esa época, bajo diferentes condiciones ecológicas, sociales y económicas. Al cultivar el tubérculo en diferentes zonas ecológicas ha sido posible contar con ciclos de siembra a lo largo de todo el año y disponer de papa fresca siempre, sin necesidad de retenerla por periodos prolongados, lo que ha evitado los problemas de almacenamiento que se tienen cuando hay sólo una cosecha por año.

Pero esta situación ha favorecido el movimiento constante de una región a otra de semillas, con lo cual los problemas de plagas y enfermedades se han diseminado con mayor facilidad en el país. (García, 1995:18-27). Así, las enfermedades virales han sido reconocidas desde hace algún tiempo como una de las principales restricciones para la producción de la papa *Solanum tuberosum L.* en México, especialmente en las sierras del centro del país (Díaz-Valosis *et al.*, 1998:39).

Según Zúñiga López *et al.*, las enfermedades disminuyen la calidad y el rendimiento de tubérculos, tanto para semilla como para consumo y uso industrial. Aun cuando los efectos de los virus fueron observados en Europa desde el siglo XVII, no fue

sino hasta el XX cuando se reconocieron como la principal causa de la degeneración de la papa. Estos autores hacen una síntesis de la importancia de los principales virus de la papa,¹⁰ especialmente los PVX, PVY y PLRV, que permiten ubicar la trascendencia del proyecto Cinvestav-I (1999:389-390).¹¹

“La papa es hospedera de alrededor de 25 virus” (Hooker, 1980), entre los cuales el del enrollamiento de la hoja (PLRV), el virus X (PVX) y el virus Y (PVY) son los de mayor importancia económica. El PVY disminuye la producción hasta en 80 por ciento, reducción que depende de la variedad de papa y de la variante del virus (CIP, 1991). El PVX es de distribución mundial y debido a que por lo general provoca síntomas benignos en las plantas, se consideró por mucho tiempo como un virus inofensivo; sin embargo, puede disminuir la cosecha en más de 10 por ciento (Harrison, 1971). Asimismo, la combinación de PVX y PVY produce –por acción sinérgica– un fuerte mosaico rugoso con graves pérdidas en la producción. El PVX en combinación con PVA o PVY puede producir encarrujamientos, rugosidad o necrosis (Hooker, 1980; Salazar, 1982).

Para estos autores la resistencia genética a los virus es el componente más importante en el manejo integrado de las enfermedades virales, pero en el caso de la papa se ha orientado hacia la incorporación de genes de resistencia vertical,¹² aunque este tipo de resistencia es monogénica y de duración corta debido a la capa-

¹⁰ Los virus producen una gran variedad de signos en las plantas enfermas, los más comunes son mosaico, distorsión de las hojas, aclareo de las venas, amarillamiento, manchas anulares, necrosis, disminución del crecimiento y otros. En pocas ocasiones éstos matan a las plantas infectadas, pero pueden llegar a afectarlas de tal manera que son capaces de reducir su producción a cero. Los virus más comunes en papa son el X (PVX), el Y (PVY) y el del enrollamiento foliar (PLRV) (Muñoz-Santiago, 1995:16).

¹¹ Se dejaron intencionalmente las referencias citadas por Zúñiga *et al.*, porque ilustran el tiempo en que fue generada la información; además, se incluyen en las referencias bibliográficas de esta investigación, ya que muestran si se trata de información general o si ésta es específica para México.

¹² El proyecto de resistencia a virus de Cinvestav-I queda enmarcado en este tipo de estrategias.

cidad del patógeno para generar nuevas razas o variantes. Respecto de la búsqueda de resistencia horizontal a enfermedades virales, la información genética es escasa y las técnicas de mejoramiento de campo no han sido suficientemente estudiadas (1999:390).

Lo hasta aquí asentado hace suponer que cuando se inició el proyecto Cinvestav-I, en 1991, no existía un diagnóstico preciso de la importancia de las enfermedades virales en las diferentes zonas de producción de papa en el país (quizá tampoco exista a la fecha); asimismo, puede verse que desde la perspectiva de algunos investigadores agrícolas, la estrategia planteada por Cinvestav-I, de incorporación de genes de resistencia vertical, es cuestionable por su corta duración y por la capacidad de los patógenos de generar nuevas razas o variantes.

Tanto las dudas acerca de la importancia real de enfermedades virales, como sobre la corta duración de los efectos del mejoramiento genético planteado por Cinvestav-I, han estado presentes en mayor o menor medida entre diferentes investigadores agrícolas; esta diferencia de visión con los proponentes del proyecto ha afectado las ocasiones en que han interactuado, especialmente en la relación Cinvestav-I e INIFAP.¹³ La diferencia de visiones en cuanto a un mismo desarrollo no debe ignorarse; abordada constructivamente puede enriquecer la marcha de un proyecto, pero si es ignorada puede retrasar su desarrollo. Por otro lado, es inherente al desarrollo y/o utilización de tecnologías complejas.

A lo largo de nuestra investigación resalta la escasa información específica acerca de las enfermedades virales que afectan a la papa en el país y su distribución geográfica, así como su incidencia, según el tipo de variedad y de práctica agrícola utilizada. Debido a que la papa se propaga vegetativamente, se ve afectada por un sinnúmero de enfermedades, especialmente de origen

¹³ Esta diferencia de visiones acerca de un mismo desarrollo, entre actores que tienen que interactuar de manera estrecha a lo largo del proceso de cambio tecnológico, se ha planteado a nivel teórico como problemática y se consigna como la flexibilidad interpretativa de la tecnología. En el caso del proyecto papa esta diferencia se hizo patente a lo largo de las entrevistas con diferentes investigadores agrícolas.

viral, muy difíciles de controlar. El método en operación más efectivo hasta el momento para la obtención de papas libres de virus es el cultivo de meristemas, una aplicación de la agrobiotecnología que no implica manipulación de genes (Escobedo *et al.*, 1995:92).

La producción de semilla tubérculo de papa en el país ha mejorado notoriamente su calidad gracias a la introducción de técnicas de cultivo de tejidos. En efecto, desde 1988 se iniciaron trabajos para la instalación de los primeros laboratorios de cultivo de tejidos e invernaderos para la producción de minitubérculos nucleares que luego se reproducían para obtener los grados reconocidos por el SNICS. Para mediados de 1995 ya estaban funcionando diez laboratorios de cultivo de tejidos y diecisiete invernaderos de alta tecnología en diferentes estados de la República, con capacidad suficiente para producir semilla de alto registro (Cepeda-Rumayor, 1995:5). Dependiendo de la pureza genética y del control fitosanitario a lo largo del proceso es posible producir semilla de papa libre de virus (PVX, PVY, PVM, PVA, PVS y PLRV), entre otros patógenos.

El proceso para obtener la semilla por estas técnicas agrobiotecnológicas puede ser acoplado a la producción de semilla transgénica; es decir, la obtención por cultivo de tejidos podría utilizar como punto de partida el material genético desarrollado en el proyecto Cinvestav-1, con lo cual la semilla tubérculo obtenida, además de estar libre de los virus mencionados, sería resistente a los virus PVX, PVY y, en su caso, al PLRV.

Otra alternativa menos difundida para contrarrestar las enfermedades virales y de otros patógenos en la papa es la obtención de semilla botánica, opción desarrollada por investigadores en México (López-Suárez, 1997:3).

Al margen de los pocos estudios específicos acerca de los virus PVX y PVY en campo,¹⁴ algunos demuestran la presencia e

¹⁴ En 1991, se reportaron los resultados del análisis de muestras tomadas en algunas zonas de producción (valles) de Puebla, que detectaron presencia de virus PVX, PVY y PVS en muestras con síntomas foliares y sin síntomas. En ambos casos la incidencia de PVX fue la más elevada (Marks *et al.*, 1991:155-157).

importancia de virosis en papa no semilla, por tanto la urgencia de desarrollar programas de producción semillera de buena calidad que ataque este problema (Lozoya *et al.*, 1995:103). De este modo, vemos que existen diferentes opciones para combatir la virosis de la papa, aunque es posible que la solución no sea general. Las distintas opciones deben ser evaluadas y, en cada una, los aspectos de bioseguridad, así como los relacionados con transferencia de tecnología, influyen de manera diferente en el acceso que pueden tener los diferentes actores relacionados con la papa en el país, tanto los que participan en desarrollo tecnológico como los que producen, procesan y comercializan el tubérculo.

Antecedentes del proyecto

Los genes de la cápside viral han sido objeto de numerosas interacciones entre universidades y empresas de países desarrollados, como de relaciones entre grupos de investigación de países de menos desarrollo, desde los ochenta. En efecto, la colaboración entre el laboratorio del doctor Roger Beachy, de la Universidad de Washington, y Monsanto, establecida desde principios de los ochenta, dio como resultado la construcción de un vector para introducir y expresar los genes de la cápside viral del virus mosaico del tabaco (TMV) en plantas de tabaco y tomate. Muy pronto, los resultados de la investigación fueron aplicados a más de una docena de diferentes virus de plantas en un amplio rango de especies cultivadas (Joly, 1999:67-69).

Los resultados de la colaboración entre Beachy y Monsanto cristalizaron en la aplicación de una patente mayor que abrió una importante avenida para la comercialización de la biotecnología de plantas, así como de publicaciones científicas. La patente fue solicitada en Estados Unidos en octubre de 1985 y representó un gran avance al probar que las plantas podían adquirir resistencia a un virus a partir de la expresión del gene de la cápside viral de ese virus en particular (Joly, 1999:68).

Menos de un año después, los doctores Esteban Hopp y Alejandro Mentaberri, de Argentina, plantearon un proyecto para obtener resistencia a los virus PVX y PVY en la papa aplicando la estrategia de expresar los genes de la cápside viral. Se trató de un proyecto a escala latinoamericana (financiado por el Programa Regional para América Latina y el Caribe PNUD/Unesco/ONUDI); México fue uno de los participantes, por medio del laboratorio del doctor Luis Herrera Estrella, del Cinvestav-I. Este esfuerzo latinoamericano no avanzó lo suficiente por múltiples problemas,¹⁵ pero contribuyó a la creación de una infraestructura base y generó experiencia para que, en 1991, este instituto de Irapuato emprendiera el proyecto de papa resistente a virus en colaboración con Monsanto. En enero de 1991 se inició el proyecto de colaboración para introducir genes de la cápside viral de los virus PVX y PVY en variedades de papa, a cargo del doctor Rafael Rivera-Bustamante, del Cinvestav-I; las negociaciones con Monsanto fueron mediadas por ISAAA; de hecho, fue el primer proyecto promovido por ISAAA para transferir tecnología de una empresa privada a un país de menos desarrollo.¹⁶ En poco más de una década el desarrollo tuvo diferentes fases durante las cuales se introdujo distinta información genética a un buen número de variedades de papa de interés nacional; cabe resaltar que la información genética ha tenido diferentes grados de expresión en las variedades intentadas, como se ve en el siguiente cuadro.

¹⁵ Durante la llamada década perdida para América Latina (los ochenta), participé dentro de ese mismo programa en un desarrollo tecnológico de una empresa privada de biotecnología industrial. En esa época hubo muchos factores de tipo macroeconómico, tales como devaluaciones frecuentes y altas tasas de inflación, comunes a los diferentes países que participaron en el programa, que afectaron la marcha de los proyectos. El programa, sin embargo, hizo posible complementar infraestructura, así como establecer redes de colaboración a escala latinoamericana, algunas de las cuales han tenido larga duración.

¹⁶ En esta época el doctor Luis Herrera Estrella era miembro del Consejo Directivo de ISAAA (Información tomada de la página electrónica del Cinvestav-I <http://www.ira.cinvestav.mx>).

*Superficies estimadas de producción de papa en México
por variedad y superficie sembrada (1995)*

Variedad	Superficie sembrada (has)	Participación %	Resistentes al tizón tardío	Transformadas para resistencia a virus (Acuerdo Monsanto)
Alpha	30,630	42	No	Buena expresión
Rosita	13,120	18	Sí	Buena expresión
Marciana	9,120	13	Sí	No incluida
Atlantic	5,380		No	Excluida
San José	4,350	6	Sí	No incluida
Gigant	1,800		No	No incluida
Herta	1,600		No	No incluida
Granola	1,200		No	No incluida
Norteña	850	-1	Sí	Buena expresión
Montsama	700	-1	Sí	Baja expresión
Mexiquense	550		Sí	Baja expresión
Puebla	500		Sí	Baja expresión
White rose	500		No	No incluida
Ileri	400		Sí	Baja expresión
López	400		No	No incluida
Yema	400		No	No incluida
Rojita	350		No	No incluida
Mondial	250		No	No incluida
Tollocan	200		Sí	Baja expresión
Michoacán	150		Sí	Baja expresión

Nota: Las cifras estimadas no coinciden con la información oficial proporcionada por la Sagar, sin embargo, se consideran los datos por ser los únicos desglosados por variedad.

FUENTE: Elaboración propia con base en H. Lozoya, "La interacción de agentes en los sistemas de innovación: estudio de caso sobre las nuevas tecnologías", presentado en el Diplomado en Administración de la Innovación Tecnológica, CIT-UNAM, 18 al 22 de noviembre de 1996.

Como resultado del primer acuerdo de colaboración entre Cinvestav-I y Monsanto se reportó la obtención de tres variedades de papa de interés nacional: Alpha, Rosita y Norteña, con adecuados niveles de expresión de resistencia a los virus PVX y PVY. La estrategia de transformación utilizada fue la de introducir la infor-

mación genética de la cápside viral de los virus PVX y PVY en un solo evento de transformación, es decir, utilizando una sola construcción genérica. La utilizada por Cinvestav-I se basó en otra proporcionada por Monsanto, a la cual le hizo modificaciones:

Construcciones genéticas utilizadas por Cinvestav-I y Monsanto

Promotor	Genes de interés	Genes Marcadores de Selección de Resistencia a Antibióticos
CONSTRUCCIÓN MONSANTO, VECTOR pMON9898		
35ScaMV	PVY-CP	Resistencia a Kanamicina
	PVX-CP	
CONSTRUCCIÓN CINVESTAV-I, VECTOR pMON18770		
Versión mejorada del promotor anterior	PVY-CP	Resistencia a Kanamicina,* Espectinomicina y Estreptomycinina
	PVX-CP	

FUENTE: Elaboración con base en Rivera Bustamante, 1995:164-165.

* El material genético que se transfiere a la planta (t-DNA) está restringido a los genes de interés (PVX-CP y PVY-CP) y al gene de resistencia a Kanamicina (que permite seleccionar las células vegetales que fueron transformadas). Por su parte, el gene que confiere resistencia a Espectinomicina y Estreptomycinina facilita la selección de las células bacterianas que contienen el plásmido.

Este tipo de construcción genética queda enmarcada en lo que se conoce como utilización de secuencias virales de DNA, las cuales, al insertarse y expresarse en las plantas, interfieren con los virus infectantes y dan lugar a lo que se conoce como protección derivada del patógeno.

El resultado del segundo acuerdo de colaboración entre Cinvestav-I y Monsanto fue la obtención de las variedades Rosita y Norteña, resistentes a PVX, PVY y PLRV. Para lograrlo se partió de las variedades previamente transformadas para resistencia a PVX y PVY, a las cuales se les introdujo nueva información genética, en este caso un gene de replicasa. A diferencia de los genes de la cápside viral, este tipo de construcción utiliza genes de diferentes fuentes que expresan proteínas antivirales que usualmente operan contra una etapa en el ciclo de replicación viral.

Las investigaciones en evaluación de riesgo en plantas resistentes a virus se han enfocado principalmente sobre las obteni-

das con el primer tipo de construcción genética: la de genes derivados de secuencias virales (donde quedan enmarcadas las variedades de papa Alpha, Rosita y Norreña, transformadas para resistencia a virus PVX y PVY). Recientemente, se han identificado tres posibles riesgos, todos ellos de tipo ambiental,¹⁷ pero no se considera que la ingesta de las plantas obtenidas por este tipo de construcción genética represente riesgos para la salud humana, en la medida en que todos los días la población ingiere vegetales infectados por virus. Los riesgos identificados han puesto en marcha una serie de recomendaciones a escala internacional para que se monitoricen los posibles efectos de las plantas resistentes a virus en el ambiente.

Por otro lado, ambas construcciones genéticas incluyen genes marcadores de resistencia a antibióticos (la Kanamicina en el caso de la de Monsanto, y la Kanamicina, la Espectinomicina y la Estreptomicina en el caso de Cinvestav-1). La inclusión de genes marcadores de resistencia a antibióticos ha sido uno de los aspectos que ha provocado más cuestionamientos en torno a las plantas transgénicas en años recientes.¹⁸

Los genes marcadores de selección de resistencia a antibióticos en plantas utilizadas en alimentación han llegado a convertirse en una barrera psicológica que obstaculiza las posibilidades de comercialización de las plantas transgénicas y sus derivados, especialmente en Europa. Por lo anterior, diferentes grupos de investigación de empresas privadas y de universidades se han dado a la tarea de empezar a sustituir los genes marcadores de selección de resistencia a antibióticos por nuevos genes marcadores que no tengan tales cuestionamientos.¹⁹ Ello constituye

¹⁷ Para mayor información, consultar <http://www.ncbe.rdg.ac.uk/NCBE/GMFOOD/roysoc.html>

¹⁸ Aunque la evidencia en contra de los posibles efectos a la salud por la utilización de este tipo de genes marcadores no es contundente, la evidencia a favor ha reconocido que existe la posibilidad teórica de que la información de genes de resistencia a antibióticos pueda ser transferida a patógenos del humano.

¹⁹ Comunicación personal del doctor Gabriel Iturriaga, del CEIB-UAEM, Cuernavaca, Morelos.

un logro de diferentes ONG y consumidores, ya que sus dudas están siendo escuchadas; quienes desarrollan la tecnología, por su parte, han respondido a dichos cuestionamientos y están generando tecnologías más aceptables para los consumidores, lo cual pone de manifiesto que es posible ampliar la base de participación social a lo largo de las diferentes etapas del desarrollo y utilización de una tecnología.

Por lo anterior, es posible que las diferentes variedades de papas resistentes a virus transformadas por Cinvestav-I reciban este tipo de cuestionamientos en un futuro, especialmente si se considera que la construcción genética utilizada contiene genes marcadores de resistencia para tres tipos diferentes de antibióticos.²⁰

Respecto de las papas transformadas para resistencia a PLRV (variedades Rosita y Norteña), es importante destacar que ha habido poca investigación internacional acerca de los riesgos potenciales al utilizar transgenes como el de replicasa, debido a que los desarrollos con este tipo de construcción genética se encuentran en etapas tempranas de investigación, pero reportes recientes recomiendan su evaluación caso por caso, por las implicaciones que pueden tener para la salud humana y la seguridad alimentaria.²¹

Los cuestionamientos señalados respecto de las papas resistentes a virus han ido apareciendo recientemente —a lo largo de lo que en este capítulo se establece como la tercera etapa del proyecto. Las protestas ambientalistas han dado como resultado que en países de más desarrollo se establezcan monitoreos a mediano y largo plazos a este tipo de cultivos; tales cuestionamientos repercuten en la complejidad institucional y en lo rela-

²⁰ En un comunicado reciente que hizo el IRRI en Filipinas a GreenPeace, el instituto se comprometió, entre otras cosas, a eliminar los genes marcadores de resistencia a antibióticos presentes en el arroz Golden Rice, rico en vitamina A, antes de liberarlo (comunicado enviado por GreenPeace México, con fecha 20 de marzo del 2001, a través de correo electrónico).

²¹ Para mayor información consultar <http://www.ncbe.rdg.ac.uk/NCBE/GMFOOD/roysoc.html>

cionado con los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para atender las distintas exigencias.

Red del proyecto de papa resistente a virus

Desde sus inicios, el proyecto de papa resistente a virus desarrollado por Cinvestav-1 ha requerido de la interacción de diferentes actores, desde la definición del proyecto y la gestión de los recursos para su desarrollo, hasta el establecimiento de capacidades para su adecuada regulación. Los actores involucrados e interacciones generadas en torno suyo son un reflejo de la complejidad inherente a las agrobiotecnologías modernas.

Los diferentes actores involucrados han requerido además de ciertas capacidades para procesar, avanzar la tecnología y transferirla, a su vez, a los actores que siguen adelante con el proceso. Si uno de ellos no cuenta con las capacidades requeridas no puede procesar los intermediarios que le envían y el proceso se interrumpe. Si cuenta con la capacidad pero la interacción es cortada o impedida por alguna disposición legal (restricciones en materia de DPI o de bioseguridad) o de mercado (falta de interés o desconfianza de los usuarios) el proceso también se interrumpe.

La capacidad de procesamiento del actor —operacionalizada como la comparación de los recursos que requiere para procesar los intermediarios en cuestión *versus* los que realmente existen donde se pretende desarrollar o usar dichos intermediarios— constituye la variable (no relacional) que permite articular la red.²² Así, las unidades básicas de análisis (las diadas) se van estableciendo no sólo en función de la disponibilidad del intermediario entre un actor y otro, sino que el actor que recibe el intermediario debe tener la capacidad de procesarlos. De ahí que el acceso a un intermediario, incluido cualquier elemento tecnológico, sea una propiedad del par, lo que permite articular la red.

²² Véase Faust, 2002:9-11.

Por supuesto, no todos los que participan en el desarrollo y uso de una tecnología tienen la misma relevancia, por ello la necesidad de incluir sólo a aquellos que participan en actividades clave para dicho proceso, tales como las de investigación y desarrollo, producción y puesta a punto de la tecnología, su adopción, promoción y regulación, tanto de tipo gubernamental como no gubernamental, que hacen posible que una tecnología se desarrolle y se difunda.

a) Los actores

Para establecer el conjunto de actores que conforman la red del proyecto de papa resistente a virus se siguió un enfoque nominalista, basado fundamentalmente en las preocupaciones teóricas del investigador; en este caso se tomó como punto de partida a los actores que participaron (o debían haber participado) en actividades importantes para el desarrollo y uso de la tecnología de papa resistente a virus.

La participación de los actores en estas actividades no implica que entre ellos se formen enlaces directos, éstos fueron investigados y validados a partir de la realización de entrevistas semiestructuradas con los diferentes actores y revisando la literatura disponible. En este sentido, la lista de actores fue complementada también con sugerencias hechas por los actores entrevistados.

La mayoría de los actores incluidos forman parte principalmente de instituciones privadas, gubernamentales y sociales y, aunque se hayan consignado los nombres de las instituciones a las que pertenecen, no las representan. Así, por ejemplo, si en el proyecto participó un individuo o un grupo de investigación de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, éste se consignó como UAMA, pero su quehacer y opiniones no representan a los de la institución a la que está adscrito, salvo que se aclare de manera explícita.

Hay dos actores que sólo fueron creados por decreto presidencial hasta la tercera etapa del proyecto: Cibiogem y CCB. De ahí que los nodos con que se les representa hayan sido sombreados más claro en los esquemas de redes de las dos primeras etapas del proyecto. Los actores que fueron relacionados por la Cibiogem y el CCB en la tercera etapa, ya existían desde la primera (algunos con nombre ligeramente diferente al actual), y se incluyen desde el inicio del proyecto porque ayudan a visualizar la complejidad de relaciones institucionales que se fue generando a lo largo del mismo (tal es el caso de Conacyt, Semarnat, Salud, SCFI, SEP y SHCP). Por otro lado, se consideró conveniente incluir desde la primera etapa a un conjunto de actores que ha permanecido desconectado:

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), para contrastar que en materia de propiedad intelectual no se utilizaron algunos esquemas “duros” que se manejan por medio de esta institución, como es el caso de patentes.

GreenPeace, RAPAM, UNORCA y Red de Consumidores, que no han participado hasta el momento en actividades de regulación no gubernamental en torno del proyecto de papa, pero se incluyeron para contrastar su ausencia de interés *versus* la reciente mayor participación que han tenido en el país en cuestiones de bioseguridad en general, como respecto de la importación y consumo de maíz transgénico.

Pequeños y grandes productores, semilleras y Central de Abastos, cuya participación se designó de manera genérica porque, a pesar de haber realizado investigación de campo con individuos y/o grupos identificables de estos actores, el avance de la tecnología en el momento de hacer la investigación, aunado a un incipiente estado de los aspectos regulativos en el país, no ameritaba un muestreo estadístico de actores, por lo que se consideró que una investigación de tipo exploratorio mediante entrevistas semiestructuradas con productores grandes y pequeños, con empresas semilleras y laboratorios de semilla era suficiente para identificar si los actores en general tenían el perfil y el tipo

de articulaciones requeridas para desarrollar y utilizar tecnologías de este tipo.

El intercambio “real” de intermediarios entre actores fue investigado y validado como una relación binaria. La existencia de los enlaces reales fue verificada con los datos obtenidos tanto de entrevistas como de la literatura disponible. La relación se registraba tanto si el actor solamente intercambiaba información respecto del proyecto, como si el intercambio se refería a los genes que iban a ser incorporados en cierta variedad de papa. Aquí lo importante no era el tipo de intermediario intercambiado sino que el actor que lo recibiera tuviera la capacidad para procesarlo. Así, el acceso a la tecnología era propiedad del par y lo que importaba era que existiera o no. De ahí que las matrices valuadas de modo 1 obtenidas a partir de las de afiliación hayan sido dicotomizadas.

En resumen, las matrices de modo 1 utilizadas a lo largo de la investigación fueron dicotomizadas, simétricas y sin signo, y el análisis se enriqueció describiendo la naturaleza de los intermediarios intercambiados, el tipo de actividades realizadas por los actores, sus atributos y el ambiente que rodeaba a la red. A estas matrices de actores y sus enlaces reales –en cada una de las etapas del proyecto– se les aplicaron una serie de medidas propias del análisis de redes sociales, las más significativas fueron las relacionadas con centralidad (grado), densidad de la red, medidas de equivalencia estructural (CONCOR y agrupación jerárquica) y medidas de cohesión (cliques). En la interpretación de estas medidas siempre se tuvo como “telón de fondo” a las matrices de afiliación de los actores a las actividades importantes para desarrollar y usar la tecnología, lo cual dio mayor significado a las diferentes medidas utilizadas.

Además, estas matrices de intercambio de intermediarios fueron tomadas como base para establecer si los actores tenían o no acceso a la tecnología. Para este caso, los actores fueron conceptualizados como procesadores de intermediarios. La existencia o no de acceso se registró como una relación binaria, pero se complementó con cuestiones descriptivas.

Etapas del proyecto

El desarrollo de un proyecto como el de papa resistente a virus conlleva un gran dinamismo e involucra la interacción de diferentes actores —a lo largo de una década— que realizan actividades de investigación y desarrollo, de producción y puesta a punto de la tecnología, así como de control de la misma. A lo largo de esta década, el proyecto no alcanza la etapa de adopción de la tecnología, por diferentes razones. La evolución que ha tenido se describe mediante tres cortes temporales, cada uno de los cuales muestra los actores que desarrollan las actividades anteriores y las articulaciones y desarticulaciones generadas, que guardan estrecha relación con el proyecto en cuestión, así como los efectos de la propiedad intelectual y la seguridad biológica en su evolución.

Se hace un análisis de la red de actores afiliados a las diferentes actividades importantes para el desarrollo y eventual utilización de esta tecnología. La participación de actores en tales actividades se visualiza como *foci* que pueden propiciar enlaces entre los actores y llegar eventualmente a visiones compartidas acerca de aspectos relevantes para la tecnología.

Primera etapa: desde el inicio del proyecto, en enero de 1991, hasta antes de la aparición de la NOM-056-FITO-1995, publicada en julio de 1996.²³ Se trata de una etapa en que algunos de los principales actores construyeron capacidades y articularon interacciones en torno a negociar, transferir y adaptar a variedades de interés nacional, tecnología desarrollada por una empresa multinacional.

Segunda etapa: desde julio de 1996 (con la aparición de la norma NOM-056-FITO-1995), hasta el 4 de noviembre de 1999; durante este periodo se definieron una serie de regulaciones en el país que culminaron con la creación de la una comisión inter-

²³ La NOM-056-FITO-1995 estableció los requisitos para la movilización nacional, importación y establecimiento de pruebas de campo de organismos manipulados mediante ingeniería genética.

secretarial de bioseguridad (el 5 de noviembre de 1999), la cual representó para el país un esfuerzo de coordinación horizontal en materia de bioseguridad. Para el proyecto de papa resistente a virus esta etapa significó nuevos requerimientos en materia de pruebas de campo de las variedades transformadas.

Tercera etapa: desde el 5 de noviembre de 1999 hasta el 4 de mayo del 2001,²⁴ caracterizada por mayor inclusión de nuevos actores en los aspectos de bioseguridad a escala nacional. El clima internacional y los cuestionamientos para proyectos transgénicos en esta tercera etapa podrían traducirse en nuevos requerimientos y mayor tiempo para que el proyecto de papa resistente a virus alcance su difusión ampliada.

Enseguida describimos cada una de las tres etapas, en las que se consideró el ambiente en que estaba inmersa cada red y su influencia en la acción individual. En consecuencia, la propuesta de redes sociotécnicas –con la aplicación de ARS– cubre los requisitos que López, Solleiro y Del Valle le piden a una propuesta teórica capaz de representar procesos de innovación tecnológica en agricultura y agroindustria: que incorpore simultáneamente la tecnología, la organización en que se generan y adoptan las innovaciones, así como el entorno en que estas últimas operan. Para López *et al.*, estos tres factores pueden, desde el punto de vista analítico, considerarse como elementos separados que se encuentran en una permanente interacción (1996:31-33).

Primera etapa

La primera etapa del proyecto sólo consideró la obtención de variedades de papa resistente a virus PVX y PVY. Para esta tarea, tanto las variables estructurales como las de composición, en

²⁴ Fecha en que la DGSV invita a ONG a participar en el análisis del anteproyecto de la NOM-FITO-2000 relativa a los requisitos fitosanitarios para la movilización interestatal, importación y liberación en campo con fines semicomerciales y comerciales de Organismos Genéticamente Modificados de uso agrícola.

principio, son igualmente importantes para estudiar el acceso que tienen los diferentes actores a la tecnología de papa resistente a virus y los efectos que en el mismo tienen la bioseguridad y la propiedad intelectual.

Para la identificación de actores que podían incidir en la dirección de la tecnología de papa se utilizaron básicamente dos de las propiedades de las redes que ofrece el ARS: centralidad y subgrupos cohesivos o cliques. Esta selección obedeció a que la red de papa se fue articulando mediante las relaciones de pares de actores; ambas propiedades miden enlaces: en el primer caso se cuantifican las relaciones que establece cada actor con otros actores por pares; en el segundo se identifican los subgrupos de la red donde existen enlaces directos.

En ARS la cohesión se utiliza con frecuencia como variable explicativa para estudiar la emergencia de consenso o creencias homogéneas entre miembros de un grupo (Wasserman y Faust, 1994:250). Por la naturaleza del enlace entre los actores (intercambio de intermediarios) fue necesario apoyar el análisis con referencia al tipo de actividades desarrolladas por éstos, ya sea a nivel individual o en los subgrupos formados.

A lo largo de esta etapa se definió en el país un marco regulativo en cuanto a bioseguridad y propiedad intelectual; el proyecto de la papa resistente a virus PVX y PVY desempeñó un papel muy importante en el primer aspecto, especialmente para la definición y operación de pruebas de campo de plantas transgénicas.

El ambiente en la primera etapa

En 1991 existían grandes expectativas a escala nacional e internacional sobre la agrobiotecnología, prevalecía un gran optimismo sobre lo que este campo del conocimiento podría lograr en países de menos desarrollo, y las empresas multinacionales, los gobiernos de países de mayor desarrollo y diversos organismos internacionales, trataban de convencer, de diferentes maneras, a los países menos desarrollados sobre la urgencia de definir línea-

mientos en materia de bioseguridad y propiedad intelectual, considerados críticos para el acceso. Al menos ése era el discurso predominante.²⁵

Aunque había algún activismo en contra de los OGM y las empresas que los desarrollaban, muy pocas ONG se pronunciaban en contra de esta tecnología. En aquella época, empresas como Monsanto –líderes a escala internacional– buscaban incidir en materia regulativa en países de menor desarrollo, especialmente en bioseguridad; México, que había desmantelado su política sectorial, debía articular políticas en estos aspectos si quería participar de los beneficios de las nuevas tecnologías (Lorence *et al.*, 1993). Y qué mejor manera de que en el país se reconociera “la transgénesis” y se tomaran las medidas necesarias que a partir de un proyecto desarrollado por investigadores del mejor centro de investigación en la materia en el país: el Cinvestav-I (Commandeur, 1996:16).

En este Centro existía experiencia en la transformación de variedades de papa, precisamente para resistencia a virus, en proyectos de colaboración a escala latinoamericana; sin embargo, la posibilidad de colaboración norte-sur, con una empresa como Monsanto, le permitiría acortar sensiblemente los tiempos de desarrollo y adquirir experiencia en aspectos regulativos de un líder internacional en la materia. Es importante recordar que Cinvestav-I

²⁵ A principios de los noventa el IICA realizó un estudio cuyo objetivo primordial era caracterizar las oportunidades, problemas y limitaciones para el desarrollo de las agrobiotecnologías a escala latinoamericana, que toma como base las percepciones de los actores involucrados de manera directa en ese proceso. El último párrafo del reporte, donde se asentaban los elementos para las estrategias nacionales en esta materia, establecía: “La existencia de políticas y normativas claras en (aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad) es un requisito importante para el acceso a tecnologías y mercados, por parte de los países y empresas, y constituye un elemento esencial para una mayor cooperación e integración regional en el desarrollo tecnológico y productivo de las biotecnologías, como se señaló en los informes nacionales de Brasil y México correspondientes a ese estudio. La armonización de políticas existentes y por establecerse entre los países de la Región va a ser un factor importante para el desarrollo de las biotecnologías. Esa tarea adquiere carácter de urgente con la aceleración de iniciativas de libre comercio entre países de la Región” (Jaffé, 1991a:45).

había mostrado gran iniciativa y participación en la bioseguridad nacional a partir de la creación y operación del CNBA.

En síntesis, en aspectos de bioseguridad no sólo existían intereses y presiones internacionales para que los países de menos desarrollo establecieran reglamentaciones, también internamente había interés entre diferentes actores para definir reglas que, además de asegurar el acceso a las nuevas biotecnologías aplicadas a la agricultura, impidieran que el país fuera territorio de prueba de OVM, un temor generalizado que permeaba en los países de menos desarrollo previo al acuerdo de Río en 1992.

En este sentido, se podía considerar que los aspectos regulativos en esta materia eran un punto de interés común para los principales actores involucrados en el proyecto de papa resistente a virus: Cinvestav-I, DGSV, CNBA y Monsanto como proveedor de la tecnología. Por otro lado, en materia de propiedad intelectual se empezaban a definir reglas, ya que estaba por aparecer en México una ley al respecto que incluso aceptaba patentar plantas.

Las principales preocupaciones tenían que ver con el establecimiento de reglas claras a nivel interno y empezaba a tomarse conciencia de que esas reglas debían tener un cierto grado de armonización con las de otros países. Así, hubo gran interés en aprender a evaluar el comportamiento agronómico de las nuevas variedades y los posibles riesgos a la biodiversidad, pero no había muchos grupos interesados en evaluar las implicaciones sociales de la expansión de la biotecnología,²⁶ ni la inclusión de productores y consumidores.

Al inicio del proyecto no hubo participación de sus posibles usuarios: productores agrícolas (pequeños y grandes), semilleras y laboratorios de semillas, mucho menos de consumidores. Pero existía la percepción, por parte de los proponentes del proyecto, de que si bien las virosis no representaban el problema fitosanitario más apremiante de este cultivo en el país, la resistencia a virus

²⁶ Pero algunos grupos de científicos sociales en el país ya empezaban a trabajar de manera sistemática en el tema.

era una necesidad prioritaria para la cual había la posibilidad de adaptar tecnologías probadas (Qaim, 1998:iii).

Así, el proyecto de papa resistente a virus PVX y PVY no difería de otras iniciativas de desarrollo tecnológico concebidas desde la academia: el reconocimiento de la factibilidad técnica como punto de partida y la percepción inicial de una necesidad a nivel general (virosis), que podía ser resuelta con un desarrollo tecnológico (la papa resistente a virus PVX y PVY).²⁷ Pero no hubo un acercamiento directo a la población objetivo más importante en este tipo de proyectos desarrollados en centros de investigación financiados con fondos públicos: los productores de menos recursos.

Actores y las actividades durante la primera etapa

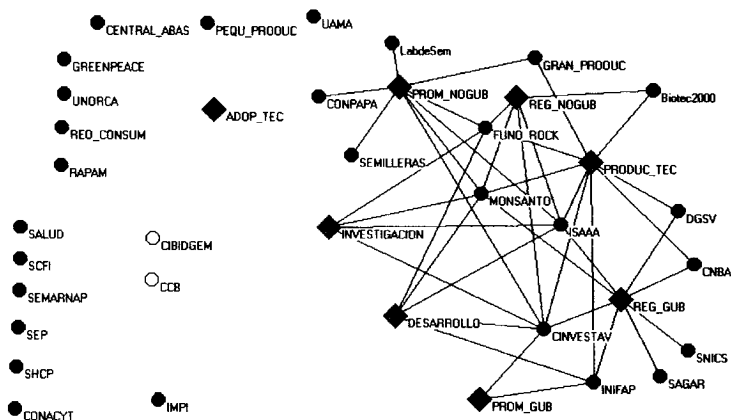
Cómo se observa en la red de afiliación de la primera etapa, los principales actores involucrados en la investigación fueron Monsanto (donó y transfirió la tecnología), Cinvestav-I (la recibió y adaptó a variedades locales),²⁸ la Fundación Rockefeller (aportó recursos para la realización del proyecto)²⁹ e ISAAA (una institución internacional de gestión para proyectos de este tipo, que además dio apoyo institucional a lo largo de su desarrollo). INIFAP no participó en la investigación porque no inició su primer programa en biotecnología moderna sino hasta 1992. Así, en esta primera etapa del proyecto, los actores participaron inicialmente en actividades de investigación y desarrollo.

²⁷ En 1991 la papa era una de las principales hortalizas producidas en México, tanto en riego (69 por ciento de la producción nacional y 52 por ciento de la superficie cosechada) como en temporal (López Díaz *et al.*, 1999:108).

²⁸ Alpha fue la primera variedad local transformada para resistencia a virus PVX y PVY.

²⁹ Los costos estimados de este desarrollo fueron de 440 mil dólares. Una parte importante de estos recursos fue aportada por la Fundación Rockefeller; los costos indirectos fueron absorbidos en su totalidad por Cinvestav-I (Rivera-Bustamante y Villalobos, 1997:156).

Figura 4.
Red de afiliación. Primera etapa



FUENTE: Matriz de afiliación. Primera etapa, con representación gráfica mediante Pajek.

Las actividades de investigación requieren de la definición de un proyecto, las visiones y enfoques de quienes participan en esta tarea son fundamentales para establecer los objetivos, metas y las estrategias para lograrlo. Esta etapa, sin embargo, recayó fundamentalmente en ISAAA, la agencia internacional gestora del mismo. De acuerdo con Rivera-Bustamante, el papel desempeñado por ISAAA ha sido especialmente relevante, pues “identificó las necesidades mexicanas en cultivo de papa, contactó a Monsanto como proveedor de tecnología y gestionó el financiamiento para el proyecto ante la Fundación Rockefeller” (1995:161).

Así, pues, en la definición del proyecto no participaron los actores importantes para la adopción de la tecnología: productores de papa (grandes y pequeños), laboratorios de semilla y

semilleras. Estudios más específicos respecto de las necesidades de algunos de estos actores fueron contratados por ISAAA en la segunda etapa (1996 y 1997).

El proyecto de papa resistente a virus PVX y PVY, al igual que otros de corte universitario, nació impulsado por la factibilidad técnica. Su orientación como proyecto aplicado partió de un diagnóstico de gabinete con estimaciones generales acerca de la importancia de las virosis en el cultivo de la papa en México; la falta de una investigación de campo acerca de la problemática de los pequeños productores en las regiones más pobres del país, de la manera en que podría serles de utilidad y de la forma en que los grupos objetivo podrían tener acceso a esta tecnología, dio como resultado el establecimiento de expectativas muy ambiciosas, tales como (Rivera-Bustamante, 1995:161-162):

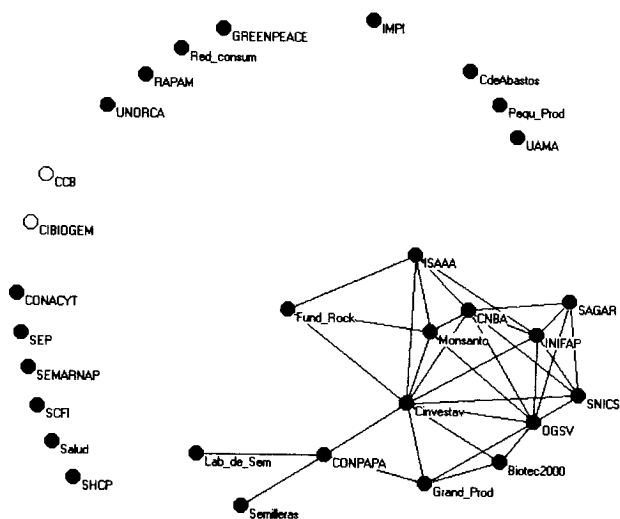
- A. *Productividad.* Se esperaba un incremento en la producción de papa al controlar las enfermedades virales. Al estar incorporada la tecnología en la semilla se tendría la capacidad de alcanzar a todo tipo de productores y de tener un impacto en todos los niveles.
- B. *Ambiente.* Se anticipaba un impacto ambiental potencial porque decrecería la necesidad de fuertes aplicaciones de insecticidas que son comunes en algunas áreas donde se cultiva la papa.³⁰ Lo anterior reduciría los costos de producción y representaría una contribución a la agricultura sustentable.
- C. *Transferencia de tecnología.* El proyecto podría ser considerado como un programa piloto y un modelo único para explorar los mecanismos que podrían facilitar a los países de menos desarrollo el acceso a biotecnologías que fueran propiedad de la industria agrobiotecnológica.
- D. *Procedimientos de bioseguridad.* Representaban un vehículo que facilitaría el establecimiento de métodos regulativos y el desarrollo de guías para probar e introducir la tecnología de ADN recombinante en México.

³⁰ Se refiere a los que se utilizan para controlar los vectores de virus.

E. Entrenamiento de personal. Era una oportunidad para que científicos mexicanos se entrenaran en instalaciones de Monsanto y regresaran a Cinvestav-1 a establecer las metodologías aprendidas.

Las articulaciones que establecieron los actores en esta primera etapa, hicieron posible cubrir las dos últimas expectativas. Los actores que a lo largo de esta etapa interactuaron más fuertemente guardan relación con actividades de investigación y desarrollo, producción y puesta a punto de la tecnología y actividades de regulación, enfocadas a evaluar el comportamiento agronómico de las variedades transformadas, como se puede ver en la figura 5.

Figura 5.
Red de actores. Primera etapa



FUENTE: Matriz de enlaces reales. Primera etapa, con representación gráfica mediante Pajek.

Los actores que establecieron enlaces más débiles son los que hubieran tenido que ver con las posibilidades de adopción de la tecnología por parte de productores con más recursos y mejor organizados, pero los enlaces establecidos correspondieron en la realidad básicamente a intercambios de información en congresos y enlaces informales.

A la luz de la definición que se ha alcanzado en materia regulatoria en el país, la relación entre Cinvestav I y Biotecnología 2000 podría parecer extraña, pero era una manera de que el proyecto se allegara de capacidades en materia de micropropagación y producción de los materiales necesarios para la realización de pruebas de campo en mayor escala.

Además, en aquella época, Biotecnología 2000 contaba con personal altamente calificado para un laboratorio de semillas de papa típico en el país (tenía un investigador que fue responsable del manejo del banco de germoplasma del CIP), lo que seguramente facilitó la interacción con el personal de Cinvestav-I. Como se señaló, esta relación no duró mucho tiempo y conforme se fueron definiendo más los aspectos regulatorios en el país, la realización de pruebas de campo recayó finalmente en INIFAP, lo que por otro lado ofrecía mayores posibilidades de control de los materiales transformados. Este énfasis de los actores en la realización de actividades regulativas se aprecia claramente cuando se identifican los subgrupos cohesivos que se formaron a lo largo de esta etapa, como puede verse en el siguiente cuadro.

Esta orientación de los actores a lo largo del proyecto se reafirma al observar a los que estuvieron presentes en más subgrupos: Cinvestav-I (orientado a investigación) y CNBA (a regulación). La interacción entre estos dos actores en los diferentes subgrupos cohesivos expresa una estrecha relación entre actividades de investigación y regulación a lo largo de esta primera etapa.

En síntesis, los subgrupos de actores que surgen en la red, medidos como grupos cohesivos o con base en la equivalencia de los enlaces generados, muestran un mayor énfasis hacia actividades regulativas relacionadas con bioseguridad y, en segundo término, hacia la generación de capacidades en I&D y producción

Agrupaciones generadas en la primera etapa y actividades realizadas

Cliques formados	Énfasis en las actividades realizadas
Cinvestav-I/INIFAP/DGSV/ CNBA/SNICS	Regulación: aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad
Cinvestav-I/Monsanto/ DGSV/CNBA	Regulación: aspectos de bioseguridad
Cinvestav-I/Biotec2000/ DGSV/Gran Productor	Producción de tecnología y regulación: Primeras pruebas de campo
Cinvestav-I/ISAAA/Monsanto/ Fundación Rockefeller	Actividades de investigación y desarrollo
Cinvestav-I/ISAAA/ Monsanto/CNBA	Regulación
Cinvestav-I/ISAAA/ INIFAP/CNBA	Regulación
Cinvestav-I/CONPAPA/ Gran Productor	Promoción no gubernamental: Información sobre avances del proyecto
INIFAP/DGSV/CNBA/ SNICS/SAGAR	Regulación: aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad

FUENTE: Propiedades de las redes obtenidas utilizando UCINET V. Copyright © 1999-2000 Analytic Technologies.

de tecnología. El énfasis en estas actividades en etapas tempranas del proyecto apoya la idea expresada por uno de los investigadores de Cinvestav-I acerca de que el interés principal de Monsanto al donar la tecnología era que el gobierno mexicano reconociera la transgénesis (Gálvez y González, 1998:25) y contrasta con diferentes opiniones vertidas acerca de los intereses que pudo haber tenido Monsanto al donar la tecnología de resistencia a virus³¹ a México.

Según Qaim, si se adopta una perspectiva de largo plazo, se pueden descubrir mejor tales motivaciones. En su opinión, de-

³¹ Una empresa privada debe generar utilidades y no es esperable que done tecnología, de ahí que los posibles motivos para hacerlo hayan generado mucha especulación.

mostrar que los productores de países de menos desarrollo se pueden beneficiar de tecnologías cuya propiedad estaba en manos de las grandes empresas pudo ser una motivación importante para Monsanto, ya que eso mejoraría la situación de la biotecnología y de la industria privada (Qaim, 1998:22).

Commandeur mantenía una opinión similar y añadía, además, que el costo para Monsanto había sido muy bajo, tanto por lo gastado en el proyecto en sí, como por los mercados potenciales en los que dejaría de participar al haber cedido la tecnología (Commandeur, 1996:16). Para este autor otra motivación importante de Monsanto pudo haber sido tener la oportunidad de probar la tecnología recombinante de resistencia a virus bajo condiciones con una alta presión de infecciones virales y diferentes condiciones socioeconómicas (Commandeur, 1996:16), opinión que compartía Massieu. Además, esta autora consideraba que a largo plazo habría mercados potenciales para la industria privada de semillas del norte si la expandían para incluir las necesidades de países de menos desarrollo. En su opinión, el proyecto de transferencia de tecnología de papa resistente a virus le permitiría a Monsanto probar su tecnología recombinante bajo condiciones climáticas y socioeconómicas únicas (Massieu, 1998).

Al revisar tanto las actividades realizadas por los diferentes actores como las relaciones establecidas en esta primera etapa, se puede apoyar la opinión acerca de que la principal motivación de Monsanto en México al donar la tecnología fue que se reconociera la transgénesis en el país. Al respecto, es importante señalar que para una empresa como Monsanto, que ha invertido mucho en I&D en agrobiotecnología, la existencia de un marco regulatorio en bioseguridad era muy importante, ya que permitiría establecer las reglas del juego para sus innovaciones, lo que disminuía el riesgo de sus inversiones; siempre y cuando, por supuesto, se tratara de un marco balanceado (ni muy laxo pero tampoco muy estricto).³²

³² Cuando se trata de innovaciones de alto riesgo, cualquier decisión empresarial de invertir en I&D o en producción se verá frenada naturalmente si existen

Al margen de las especulaciones, lo sucedido no sólo fue positivo para Monsanto, el país también salió ganando con el establecimiento de un marco regulativo al concluir esta primera etapa. Este marco, con sus orientaciones (hacia aspectos agronómicos) y sus limitaciones (en materia de recursos económicos y técnicos), le ha permitido a las autoridades sanitarias del país (DGSV) discriminar entre las solicitudes recibidas para controlar la introducción de productos que, en su momento, han sido considerados como que ofrecen más riesgos que beneficios. El proyecto de papa resistente a virus fue un buen vehículo para lograrlo.

De entrada, el acceso a esta tecnología para los diferentes actores que participaron durante la primera etapa no presentó mayores problemas, pues contaban con la capacidad requerida para procesar los diferentes intermediarios que se intercambiaron a lo largo del proceso de desarrollo de la tecnología de resistencia a virus PVX y PVY o, en su caso, con los elementos para construirla. De hecho, el mismo proyecto de papa resistente a virus incluía etapas de entrenamiento y recursos para este propósito.

En ese sentido, los actores involucrados en la primera etapa no tuvieron problemas con el acceso; el proyecto de papa resistente a virus, por su parte, contribuyó a mejorar capacidades y a establecer articulaciones entre algunos actores en materia de bioseguridad para el país. Los efectos de bioseguridad en el acceso fueron positivos, y la construcción de capacidades inducida por el proyecto contribuyó a mejorar el acceso, en general, a otras biotecnologías y alejó temores presentes no sólo en México respecto de convertirse en territorio de prueba de materiales transgénicos. En relación con apropiabilidad de la tecnología,

indefiniciones básicas en cuanto a seguridad y eficacia de los procesos o aceptabilidad de los productos. En ese sentido, si no existen reglas o éstas no son claras, el principal efecto negativo en términos económicos para una empresa es un terrazo en el lanzamiento de productos y procesos; de ahí que como no se puede esperar que tales actividades puedan permanecer sin regulaciones por largo tiempo, sean las mismas empresas las principales interesadas en que existan regulaciones claras (Possas *et al.*, 1994:7). Por supuesto, regulaciones demasiado estrictas terminan ahuyentando cualquier decisión de invertir.

por su parte, establecieron restricciones y condicionaron el acceso a la tecnología de papa resistente a virus.

Efectos de la propiedad intelectual en el acceso

Durante esta etapa, los acuerdos de tecnología entre Monsanto y Cinvestav-I establecieron –de manera muy definida– algunos límites a la red, tanto del tipo de aplicaciones que se podían realizar como de tipo geográfico. Cuando se firmó el primer acuerdo, Monsanto y la Universidad de Washington tenían pendiente una aplicación de patente en Estados Unidos, que le otorgaba a la empresa los derechos exclusivos sobre los genes y las plantas modificadas genéticamente, pero esa protección no aplicaba a México, porque la tecnología de resistencia a virus no estaba protegida por ningún tipo de DPI aquí (Commandeur, 1996:15); de ahí que dichos acuerdos fueran, más bien, resultado de negociaciones relacionadas con la transferencia de la tecnología, pero no tuvieran que ver de manera estricta con aspectos de propiedad intelectual (excepto lo relacionado con la protección de los resultados y las posibles exportaciones que quisiera realizar México de los materiales transformados).

El primer acuerdo de tecnología establecido entre Monsanto y Cinvestav-I tuvo efectos a nivel nodo, es decir, tuvo que ver con reforzar y acelerar el proceso de construcción de capacidades en el desarrollo de plantas transgénicas. Aunque desde 1986 la institución había participado a escala latinoamericana en la realización de un proyecto aplicado para obtener variedades de papa resistentes a virus (PVX y PVY), los resultados habían sido modestos.

El éxito alcanzado por Monsanto a finales de los ochenta en cuanto a resistencia a ambos virus de la papa (PVX y PVY) en un solo evento de transformación, así como su disposición a transferirle la tecnología al Centro de Investigaciones aceleraría la construcción de capacidades en éste tanto en actividades de I&D, como en las relativas a la realización de pruebas de campo de plantas transgénicas, en las cuales Monsanto era punta de lanza a escala

internacional. Estas últimas eran actividades de producción y puesta a punto de la tecnología que, siendo estrictos, no eran propias del quehacer del Centro,³³ pero sin las cuales no se podía llegar a utilizar de manera ampliada una tecnología de este tipo.

En opinión de un investigador del Cinvestav-I,³⁴ el acuerdo de transferencia de tecnología con Monsanto le permitió a dicho centro ahorrarse tres años en el desarrollo del proyecto; sin embargo, al no estar articuladas las siguientes etapas del proyecto —relativas a su difusión ampliada— este ahorro de tiempo terminó finalmente diluyéndose. Y esto es algo que se debe considerar en negociaciones futuras.

El primer acuerdo de tecnología establecido con Monsanto culminó con la transformación exitosa de la variedad de papa Alpha, con un vector mejorado construido por los investigadores de Cinvestav-I con los genes donados por Monsanto. (Commandeur, 1996:15).

En el segundo acuerdo de tecnología firmado entre estos dos actores, Monsanto le otorgó a Cinvestav-I una licencia no exclusiva para usar la tecnología sin tener que pagarle regalías. Mediante este acuerdo el Centro estaba autorizado para desarrollar, crecer, usar y vender posteriores generaciones de papa resistente a virus (PVX y PVY), pero se especificaban límites geográficos muy claros en el acuerdo. Cinvestav-I podía hacer esto en México, Centroamérica, Sudamérica y África; sin embargo, la exportación a Estados Unidos estaba excluida de la licencia, ya que

³³ Las actividades de producción y puesta a punto de tecnología, como la realización y evaluación de pruebas de campo de plantas transgénicas, no son propias de un centro de investigación como Cinvestav-I, ya que no tiene los mecanismos para reconocerlas y evaluar adecuadamente a las personas que las realizan; el hecho de que el primer acuerdo de transferencia de tecnología entre Cinvestav-I y Monsanto las incluyera, pone de manifiesto la determinación de algunos investigadores de Cinvestav-I respecto a desarrollar tecnología a escala nacional y lograr que se adoptara.

³⁴ Se refiere al comentario expresado verbalmente por el doctor Ariel Álvarez en el Curso Internacional sobre Evaluación de Riesgos y Bioseguridad, organizado por CIT/FQ/UNAM y el PUA/UNAM. México, DF, del 24 al 28 de junio de 1996.

podía ser restringida por Monsanto y/o sujeta al pago de regalías (Commandeur, 1996:15).

Además de las limitaciones geográficas señaladas, el acuerdo establecía límites respecto de las variedades que podían ser transformadas y, aunque la lista podía ser expandida por Monsanto, excluía de entrada cualquier variedad para procesamiento industrial, excepto Alpha.³⁵ Como se observa, las limitaciones señaladas no son atribuibles a aspectos de propiedad intelectual, sino que se derivan de los acuerdos de transferencia de tecnología establecidos entre las dos instituciones; por otro lado, una restricción importante en cuanto al número de variedades transformadas fue resultado de que la información genética insertada no se expresó o tuvo una expresión muy baja.³⁶

Por último, debemos resaltar que el actor central durante la primera etapa fue, sin lugar a dudas, Cinvestav-I, el nodo de mayor grado y mayor centralidad normalizada. Le siguieron en importancia DGSV, CNBA, cuyas actividades, en esta etapa, tuvieron que ver con aspectos regulativos, e INIFAP, que realizó actividades de desarrollo y producción de tecnología.

Como se verá en las siguientes etapas, los avances en materia de regulación y seguridad biológica en el país son innegables; sin embargo, esa centralidad de Cinvestav I tuvo poca influencia en la práctica, para lograr que se alcanzaran las dos primeras expectativas generadas en torno al proyecto, relativas a incrementos en la productividad en el cultivo de la papa y mejoras en el ambiente.

Segunda etapa

Esta segunda etapa del proyecto abarca de julio de 1996 hasta principios de noviembre de 1999, es decir, desde la aparición de

³⁵ Las variedades explícitamente excluidas por Monsanto fueron: Russet Burbank, Atlantic, Shepody, Superior, Russet Norkodah y HiLite Russet (Commandeur, 1996:15-16).

³⁶ Desde la perspectiva del actor-red, en la cual el plásmido construido por Cinvestav-I es otro actor más en la red de desarrollo de la papa transgénica, “el plásmido actuó” (Arellano, 2000).

la NOM-056-FITO-1995 hasta antes de la creación de la Cibiogem, durante la que se siguió consolidando el marco de regulación en el país; asimismo, se realizó un mayor esfuerzo en actividades tendientes a explorar las posibilidades de adopción de las variedades de papa transformadas, tanto en lo que corresponde a pequeños productores como a productores grandes.

La segunda etapa del proyecto contempló la realización de pruebas de campo multisitio para las variedades transformadas –Alpha, Rosita y Norteña– entre Cinvestav-I e INIFAP, y el inicio de una nueva fase del proyecto que consistió en la incorporación de un nuevo gene de replicasa, que codifica para resistencia al virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV), en dos de las variedades transformadas para resistencia a los virus PVX y PVY. Las variedades a modificar habían sido previamente transformadas por Cinvesrav-I para resistencia a virus PVX y PVY (Rosita y Norteña). En esta ocasión Monsanto donó también la construcción genética y autorizó la transformación para resistencia a PLRV en otras doce variedades más, pero prohibió la transformación de la variedad Alpha para resistencia a PLRV. La Fundación Rockefeller otorgó apoyo financiero para esta nueva fase del proyecto y las negociaciones fueron mediadas por ISAAA.

El ambiente en la segunda etapa

En los años que abarca esta segunda etapa, el área global de cultivos transgénicos a escala internacional pasó de 1.7 millones de hectáreas, en 1996, a 39.9 en 1999, incremento que se concentró fundamentalmente en tres países: Estados Unidos, Canadá y Argentina. Los cultivos correspondieron a soya, algodón, maíz y canola, fundamentalmente, y se reportaron pequeñas áreas cultivadas con papa transgénica. En ningún caso corresponden a resistencia a virus (James, 2000:14).

En ese tiempo la experiencia regulativa en materia de bioseguridad se incrementó notablemente pero, en vez de que sirviera para mantener o incluso ir disminuyendo el alcance de las regulaciones exis-

tentes (lo que es esperable en cualquier tecnología conforme los usuarios se van familiarizando con las innovaciones), empezó a generarse una mayor presión social para incrementar las regulaciones en esta materia a escala internacional. En esta etapa, en la Unión Europea empezaron a crecer los cuestionamientos acerca de los productos agrobiotecnológicos y sus posibles riesgos para la salud humana y para el ambiente.

Diversas organizaciones no gubernamentales de corte ambientalista han sido actores importantes en estos cuestionamientos; esta etapa marca también un gran esfuerzo internacional para armonizar regulaciones. Aunque las negociaciones con este propósito reconocían la necesidad común de un enfoque más concertado para la regulación de la biotecnología, más allá de este punto los intereses de las diferentes naciones participantes eran muy divergentes. Por otro lado, a escala internacional se empezaba a reconocer que no se podían disociar los aspectos de riesgo biológico de las prioridades sociales y económicas nacionales. Sin embargo, se anticipaba que la introducción de los aspectos socioeconómicos en la discusión de cualquier instrumento de regulación tendría un impacto potencial en el libre comercio de los OGM y sus productos (BINAS, 1998:1 y 4).

Asimismo, en esta etapa —que ha sido la más fulgurante de esta industria— las empresas empezaron a interactuar de diferentes maneras con otras empresas y universidades alrededor del concepto de ciencias de la vida, que combinaba semillas, agroquímicos y productos farmacéuticos (Bijman, 1999:14). Las diferentes empresas empezaron a integrar grandes complejos que incluían desde actividades de investigación y desarrollo, hasta producción y pruebas de campo de las innovaciones obtenidas. Esta gran efervescencia en torno a la biotecnología agrícola se tradujo en la formación de grandes redes que incluían desde adquisiciones y convenios entre empresas tecnológicas, de agroquímicos y universidades, hasta la incorporación a estas redes de la industria semillera, elemento fundamental para garantizar que el valor generado por las innovaciones iba a ser recuperado por los inversionistas.

En 1997 algunos de los analistas de esta industria consideraban que la formación de grandes complejos continuaría hasta que sólo quedaran cuatro o cinco grandes grupos en el mundo en este campo (Kalaitzandonakes y Bjorson, 1997; Shimoda, 1997). Pero durante esta etapa fue creciendo en forma paralela una fuerte oposición a las plantas transgénicas, especialmente en países europeos. Los principales actores de esta reacción han sido diferentes organizaciones no gubernamentales de corte ambientalista. La oposición ha sido más fuerte en países europeos, pero especialmente desde el fallido intento de firmar un protocolo internacional en materia de bioseguridad en Cartagena, a principios de 1999, diferentes ONG han empezado a interesarse en aspectos de bioseguridad en México.³⁷

GreenPeace México ha sido el líder natural de las ONG en el país en la lucha contra los OGM. Desde 1998 intensificó su campaña en contra de la ingeniería genética en México, y lo hizo contratando personal más capacitado técnicamente; el modo en que opera esta ONG es muy ilustrativo de su efectividad, ya que actúa tanto a nivel de las interacciones de la red de desarrollo y uso de la agrobiotecnología como a nivel de nodo. En el primer caso, por ejemplo, finca demandas contra empresas y dependencias gubernamentales para que realicen o dejen de realizar ciertas actividades, como autorizaciones o venta de productos. En el segundo, incide en la toma de decisiones del usuario real o potencial de las innovaciones para que deje de adquirir los productos o manifieste su rechazo hacia ellos (González, 2000:64).

Esta manera de actuar de las ONG las sitúa indudablemente como actores importantes de cualquier red de desarrollo y uso de tecnología. En el caso de la papa resistente a virus, las ONG ambientalistas se han mantenido al margen del proyecto en el país, de ahí que su influencia se haya conceptualizado a nivel ambiente de la red. Sin embargo, la consolidación internacional

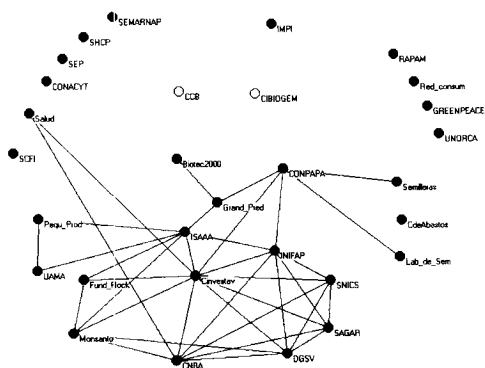
³⁷ En ese sentido la reacción combinada del público y de las ONG ambientalistas constituye, cada vez más, un elemento que actúa directa e indirectamente en la definición del rumbo de esta tecnología.

de una oposición cada vez más amplia dio como resultado una serie de reconsideraciones en torno a la evaluación de aspectos toxicológicos, emprendida por Cinvestav-I en esta segunda etapa, no contemplada inicialmente; su necesidad fue inducida por un clima internacional y nacional de mayor cuestionamiento acerca de los riesgos y beneficios a la salud asociados a los transgénicos.

Actores y actividades realizadas en la segunda etapa

El núcleo central de las interacciones de los actores en esta segunda etapa siguió descansando en Cinvestav-I, pero INIFAP, CNBA y DGSV empezaron a cobrar mayor importancia especialmente a raíz de la NOM-056-FTO-1995, que establece, entre otros, los requisitos para la realización de pruebas de campo. En esta etapa se iniciaron las pruebas multisitio para evaluar el comportamiento en campo de la papa transgénica con INIFAP como responsable. ISAAA, por su parte, empezó a realizar actividades exploratorias en torno a la adopción de tecnología. Como resultado de lo anterior, el grupo Sociedad y Biotecnología de la UAM-A fue contactado por ISAAA para evaluar sus posibilidades de adopción por parte de pequeños productores (véase figura 6). Pero se trató de una relación muy efímera.

Figura 6.
Red de actores. Segunda etapa



FUENTE: Matriz de enlaces reales. Segunda etapa, con representación gráfica mediante Pajek.

En el cuadro siguiente se presentan los subgrupos cohesivos formados a lo largo de la segunda etapa. Al relacionarlos con las actividades que realizaron, puede verse que continuó el énfasis en actividades regulativas, como en la primera etapa, pero algunos cliques respondieron también a la realización de actividades de producción de tecnología, intercambio de información e investigación exploratoria para su posible adopción.

Agrupaciones de actores en la segunda etapa y actividades realizadas

Cliques formados	Énfasis en las actividades realizadas
Cinvestav-1/INIFAP/DGSV/ CNBA/SNICS/SAGAR	Regulación en aspectos de bioseguridad y en menor medida propiedad intelectual
Cinvestav-1/ISAAA/INIFAP	Producción de tecnología
Cinvestav-1/INIFAP/CONPAPA	Información acerca de la tecnología
Cinvestav-1/ISAAA/Monsanto/ Fundación Rockefeller	Actividades de investigación y desarrollo
Cinvestav-1/Monsanto/ /DGSV/CNBA	Regulación en bioseguridad, aspectos agronómicos
Cinvestav-1/CNBA/Salud	Regulación en bioseguridad, aspectos de salud
ISAAA/Pequeño Productor/ UAMA	Investigación explorativa acerca de la posibilidad de adopción de la tecnología

FUENTE: Propiedades de las redes obtenidas utilizando UCINET V. Copyright © 1999-2000 Analytic Technologies.

Por otra parte, si se observa la equivalencia estructural de las relaciones establecidas en esta etapa aparecen cuatro bloques de relaciones. El primero de la matriz agrupa a los actores capaces de establecer relaciones más fuertes y las actividades realizadas responden a las de I&D y de regulación. El segundo incluye a actores con relaciones de menos fortaleza que el grupo anterior, que realizaron actividades de investigación exploratoria relacionada con la adopción de la tecnología; a diferencia de la primera etapa, este bloque incluye a más actores.

En el tercero aparece Biotecnología 2000, con una posición más débil que los anteriores bloques. Como se explicó, la aparición de la norma en bioseguridad ayudó a definir las reglas del juego en relación con las pruebas de campo, haciendo innecesaria la participación de Biotecnología 2000 para este propósito, así como su relación con Cinvestav-I. El último bloque de la matriz agrupa a los actores que no pudieron establecer ninguna relación en esta segunda etapa. A diferencia de la primera, la Secretaría de Salud empezó a interactuar en actividades de regulación y pasó del último bloque al primero.

Es importante destacar que las pruebas de campo multisitio con las variedades transformadas se orientaron fundamentalmente a evaluar su comportamiento en campo, pero no lo relacionado con aspectos de flujo genético. Éstos habían sido motivo de preocupación en la primera etapa del proyecto, por la importancia de México como centro de diversidad de la papa, y habían dado lugar a una serie de reuniones y talleres a escala latinoamericana.³⁸ Además, empezaron a realizarse investigaciones acerca de aspectos toxicológicos de las variedades transformadas al final de esta segunda etapa del proyecto,³⁹ lo que planteó la necesidad de empezar a hacer operativa la participación de la Secretaría de Salud en actividades regulativas en materia de bioseguridad.

Por otra parte, el avance del proyecto hizo más apremiante evaluar las posibilidades de que la papa fuera adoptada por los productores. Al igual que la definición del proyecto, esta impor-

³⁸ Desde mediados de los ochenta, numerosos países latinoamericanos habían empezado a incursionar en actividades de I&D para la obtención de variedades transgénicas de papa, incluyendo resistencia a virus PVX y PVY, en proyectos de cooperación a nivel latinoamericano financiados por programas de Naciones Unidas. Como resultado de lo anterior, para mediados de 1995 había al menos once grupos latinoamericanos probando papas transgénicas desarrolladas por sus propios científicos. Desde esa época existía una gran conciencia sobre la responsabilidad y retos que planteaban las papas transgénicas para algunos países de América Latina por ser centro de origen y/o diversidad de la papa (Frederick *et al.*, 1995).

³⁹ Se refiere a la elaboración de tesis para este propósito en Cinvestav-I. Comunicación directa del biólogo J. Trinidad Ascencio.

tante actividad recayó en ISAAA, el cual se acercó a un grupo de investigación socioeconómica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), para que evaluara las posibilidades de adopción de la papa resistente a virus especialmente por pequeños productores. Este grupo venía trabajando en los efectos de la biotecnología en la agricultura, y había incursionado desde hacía algún tiempo en la evaluación *ex ante* de los efectos socioeconómicos que podían presentarse en algunas zonas de agricultura campesina del país. Cabe aclarar que la participación del grupo universitario antes mencionado en esta red del proyecto se consigna sólo mientras duró la relación con ISAAA, independientemente de que antes y después de este contacto el grupo UAM-A haya realizado investigación en torno a los efectos socioeconómicos de la papa resistente a virus.

Los primeros resultados de esta investigación mostraron que habría muchas dificultades para hacer llegar la tecnología a los pequeños productores establecidos en las zonas altas del país. Estos resultados no correspondían con las expectativas de ISAAA, que dio por terminada la colaboración del grupo UAM-A,⁴⁰ y contrató a un investigador extranjero⁴¹ que en su tesis doctoral había planteado un modelo de evaluación *ex ante* de impactos, para que estudiara las posibilidades de adopción de la papa transgénica tanto para pequeños como para grandes productores.

Lo anterior es relevante para el proyecto y para esta investigación porque ha generado visiones diferentes sobre las posibilidades de acceso especialmente en relación con los pequeños productores. Cabe resaltar que durante la primera etapa del proyecto, y hasta ese momento, no se habían presentado problemas para que los diferentes actores involucrados tuvieran acceso a esta tecnología en sus diferentes estados de avance.

⁴⁰ Una vez terminada su relación con ISAAA, el grupo UAM-A siguió realizando actividades de investigación sobre los posibles efectos socioeconómicos del proyecto de papa resistente a virus.

⁴¹ Se refiere al doctor en economía Matin Qaim, cuyos reportes son citados a lo largo de este capítulo.

De ahí que una parte de nuestra investigación se orienta a explorar las posibilidades de acceso de productores agrícolas a esta tecnología, tanto a nivel de las capacidades requeridas por los actores involucrados, como de las articulaciones que sería necesario establecer y estimar, en forma paralela, los posibles efectos de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el acceso a esta tecnología.

El trabajo de campo necesario para nuestra investigación se llevó a cabo con el grupo Sociedad y Biotecnología.⁴² Un aspecto importante es que las posibilidades de acceso varían con el tiempo, como respuesta a cambios en la red o en su ambiente. A continuación se destacan algunos elementos importantes en relación con las posibilidades que podrían tener tanto los pequeños como los grandes productores para allegarse esta tecnología con base en las condiciones prevalecientes en esta segunda etapa.

Acceso a la tecnología para productores agrícolas

Conviene recordar que de las principales expectativas que generó el proyecto (productividad, ambiente, transferencia de tecnología, bioseguridad y entrenamiento de personal), las dos últimas fueron cubiertas, en buena medida, a lo largo de la primera etapa y las tres primeras están estrechamente relacionadas con las posibilidades de acceso que tendrían los productores agrícolas a la tecnología:

- Incrementar la productividad de la papa al controlar las enfermedades virales.
- Mejorar el impacto ambiental al reducir el número de aplicaciones de insecticidas que se utilizan para el control de los vectores que transmiten los virus.
- Explorar los mecanismos que podrían facilitar el acceso a tecnologías cuya propiedad era ostentada por empresas agrobiotecnológicas.

⁴² Posterior a la relación del grupo con ISAAA.

Por otro lado, hay tres consideraciones que deben ser tomadas en cuenta si se desean alcanzar estas expectativas:

1. La tecnología no está incorporada a la semilla. La utilización de una tecnología como la de papa resistente a virus por parte de los productores agrícolas requiere tanto de la semilla transformada (como tubérculo) como de asistencia técnica que capacite al productor en cuanto a un nuevo manejo de los agroquímicos utilizados.⁴³ Sin esta asistencia técnica no pueden obtenerse los beneficios ambientales esperados; además, la reducción en insecticidas representaría una disminución en el costo de producción por hectárea que podría, en su momento, hacer más atractiva la adopción de la nueva tecnología (González y Chauvet, 1997:79-90).
2. Los mecanismos para hacer llegar la semilla transformada a los distintos tipos de productores y las especificidades que presentan los mercados formales, donde concurren productores grandes y medianos, los canales serían algunos laboratorios de semilla establecidos. Para los mercados informales, una posibilidad sería mediante un programa gubernamental que hiciera llegar las semillas transformadas a los pequeños productores,⁴⁴ pero hay especificidades en las diferentes comunidades paperas que deben ser tomadas en cuenta en cualquier programa que se emprenda.⁴⁵
3. El número de variedades que han logrado ser transformadas para resistencia a virus es reducido en relación con el total de las que se siembran en el país; de hecho, los productores pequeños sólo siembran una de las tres variedades transformadas: Rosita. En ese sentido, en cualquier programa de in-

⁴³ Si las plantas son resistentes a virus transmitidos por diferentes vectores, requieren menos cantidades de insecticidas. La mejoría en el impacto ambiental, en consecuencia, se obtendría al dejar de aplicar los agroquímicos que se utilizan para combatir tales vectores.

⁴⁴ Propuesta de ISAAA (Qaim, 1998).

⁴⁵ Massieu *et al.*, analizan lo anterior en un debate con Qaim publicado en B&D Monitor, núm. 41, marzo de 2000.

roducción de la tecnología de resistencia a virus debe tenerse cuidado de no sustituir las diferentes variedades que se siembran en el centro y sur del país con esa sola variedad, lo que fomentaría el monocultivo y pondría en riesgo la diversidad genética de la papa.

En este sentido, el acceso a las papas resistentes a virus para los distintos tipos de productores guarda una estrecha relación no sólo con la disponibilidad de la tecnología sino también con las capacidades que deben tener los actores para utilizarla de manera adecuada, pero muy especialmente con la percepción que dichos actores tengan acerca de su utilidad. Enseguida presentamos una visión cualitativa de la problemática de los pequeños productores, representativa de las comunidades estudiadas.

*Los pequeños productores: una visión cualitativa*⁴⁶

Desde el primer recorrido por comunidades paperas de pequeños productores en la Sierra de Puebla, empezaron a surgir algunas dudas respecto de la idoneidad del proyecto para estos posibles usuarios. Sin excepción, los campesinos entrevistados desconocían los efectos de los virus PVX y PVY en la papa y, dado que cuando sacaban su producción hacia diferentes mercados sufrían malos tratos y eran víctimas de corrupción en algunos retenes fitosanitarios a causa de posibles enfermedades virales, negaban de inmediato la presencia de virus.⁴⁷

Por otro lado, no contaban con asistencia técnica oficial desde hacía varios años y la única orientación periódica respecto de plagas y enfermedades provenía de distribuidores en pequeño de agroquímicos, que seguramente no estarían muy inclinados hacia

⁴⁶ Elaborado con base en Chauvet *et al.*, 1998; Chauvet *et al.*, 1999.

⁴⁷ Cuando se les preguntaba sobre la presencia de virus, algunos campesinos al abrir de un machetazo en dos partes una papa fresca, mostraban las mitades y decían: ¿cuáles virus? Aquí no se ve ninguno.

un proyecto como éste, el cual, difundido adecuadamente, redundaría en una reducción de los productos que comercializaban.

Además, los productores reconocían otros problemas relacionados con el cultivo de la papa y su comercialización como apremiantes: crédito, asistencia técnica, mejores caminos, intermediarios que los explotan, etcétera. En cuanto a enfermedades, plagas y malezas, los pequeños productores de las comunidades paperas detectaban como apremiantes las heladas (un factor abiótico para el que curiosamente se plantean soluciones desde la biotecnología moderna), el tizón, el nemátodo dorado, pero no los virus; de hecho, sólo un productor de zonas bajas llegó a mencionar signos que pudieran tener relación con enfermedades virales, especialmente con PLRV.

Lo anterior no quiere decir que no existan problemas causados por virus PVX, PVY o PLRV; lo que pasa es que no había estudios específicos acerca de la presencia de estos virus para las zonas paperas de pequeños productores. De hecho, durante 1998 integrantes del Grupo Sociedad y Biotecnología hicieron una colecta informal de plantas y tubérculos enfermos en algunas de las comunidades de pequeños productores, que fue enviada a Cinvestav-I. En los materiales colectados se encontró presencia de virus PVX, PVY y PLRV,⁴⁸ lo que sucede es que los pequeños productores de las comunidades visitadas no los reconocían como problema, lo que dificulta la adopción de una papa resistente a virus, especialmente si los programas de adopción no se asocian a asistencia técnica.

Además, son tantos los problemas que enfrentan las comunidades de pequeños productores, que una solución aislada como lo de resistencia a virus seguramente se diluiría. Cada vez más, la investigación agrícola hace énfasis en un manejo integrado de los diferentes enemigos de las plantas, más que considerar uno de los factores en particular; un manejo integrado con prácticas de culti-

⁴⁹ Dado el desconocimiento de los pequeños productores de los signos asociados a la infección por virus PVX y PVY, el propósito del grupo Sociedad y Biotecnología al hacer esta colecta informal y enviarla a Cinvestav-I era sólo saber si existía presencia o no de virus PVX y PVY en algunos materiales enfermos en la zona.

vo que permita obtener una protección más económica contra los enemigos naturales de las plantas, y que minimice riesgos para las cosechas, la salud y el ambiente (Muñoz-Santiago, 1995:12-17).

De hecho, como se verá en el caso del algodón resistente a insectos, éste ha dado mejores resultados cuando se considera a la planta como un elemento más del manejo integrado de plagas. Por supuesto, el algodón se cultiva en las zonas agrícolas de mayor desarrollo del país, lo que no es el caso para las zonas paperas de pequeños productores. Pero esa problemática es la que debe atacarse: las comunidades de pequeños productores, que vieron mejores tiempos, carecen hoy de infraestructura para su comercialización y los caminos se encuentran en mal estado; desde hace varios años las políticas neoliberales macroeconómicas los dejaron sin una política agrícola y sin asistencia técnica,⁴⁹ sin crédito e insumos de mejor calidad; además, el cultivo en esas zonas es muy vulnerable a factores climáticos. Por otro lado, a diferencia de los productores del norte del país, les falta organizarse entre sí para que cuando la cosecha sea buena, no se les venga abajo el precio por una oferta excesiva.

Sin embargo, algunas comunidades, especialmente las situadas en zonas más altas, tienen buena fama como productoras de semilla y a éstas concurren tanto pequeños como medianos productores de diferentes zonas que siembran variedades rojas. Es cierto, algunas de estas comunidades venden los tubérculos como semillas porque no tienen las características de tamaño y apariencia que les gustan a los consumidores finales, pero son elementos que deben ser considerados en una eventual puesta en marcha de un proyecto como el de resistencia a virus, ya que muestran que hay diferencias entre comunidades, las cuales, además, desempeñan un papel en mantener una diversidad genética en este cultivo.

Esta situación contrastaba con la de los grandes productores del norte y centro del país, que utilizaban semilla de mejor calidad, muchas veces producida por ellos mismos en sus labo-

⁴⁹ Una estrategia del Grupo Sociedad y Biotecnología para vencer resistencias en las primeras visitas a las comunidades paperas fue la de incluir en el equipo a un agrónomo. Los pequeños productores estaban ávidos de asistencia técnica y aceptaban más fácilmente al grupo.

ratorios de cultivo de tejidos (como es el caso de Biorecnología 2000), quienes tampoco reconocían tener problemas de enfermedades virales que afectaran sus rendimientos, ya que la incidencia de éstas va disminuyendo gracias a la utilización de semillas de buena calidad y por la aplicación, muchas veces excesiva, de agroquímicos que actúan sobre los vectores de los virus.

Las visiones de ISAAA y UAM-A respecto del acceso

A continuación se presentan de manera resumida las dos visiones respecto del acceso a la tecnología para distintos tipos de productores a las que llegaron tanto ISAAA, por medio del consultor internacional, como el grupo Sociedad y Biotecnología de la UAM-A, con el que se realizó una parte importante de nuestra investigación.

Acceso a la tecnología de papa resistente a virus según ISAAA

Tipo de productor: Grande y mediano	Tipo de productor: Pequeño
Acceso a la semilla transgénica por medio de: Laboratorios de semilla	Acceso a la semilla transgénica a partir de: un programa gubernamental como el "kilo x kilo"
Expectativa del proyecto alcanzable: Incrementos en productividad en el campo, sin cambios significativos en la reducción de aplicaciones de insecticidas.	Expectativa del proyecto alcanzable: Incrementos en productividad en el campo sin cambios significativos en la reducción de aplicaciones de insecticidas.
Variedades utilizadas: Alpha resistente a PVX y PVY	Variedades utilizadas: Rosita resistente a PVX, PVY y PLRV
Efectos de aspectos de propiedad intelectual en el acceso: No se puede transformar la variedad Alpha para resistencia a PLRV*	Efectos de aspectos de propiedad intelectual en el acceso: sin restricciones
Aspectos de bioseguridad en el acceso: sin efectos	Aspectos de bioseguridad en el acceso: sin efectos

FUENTE: Elaborado con base en Qaim, 1998 y 2000.

* No existe una definición clara al respecto por parte de Cinvestav, así en 1996 Commandeur reportaba que habría algún cargo para la papa Alpha transformada, que se usaría para reducir el precio de la semilla de la variedad Rosita a pequeños

*Acceso a la tecnología de papa resistente a virus
según Grupo Sociedad y Biotecnología de UAM-A*

Tipo de productor: Grande	Tipo de productor: Pequeño
Acceso a la semilla transgénica por medio de: Laboratorios de semilla, pero se requeriría de asistencia técnica que disminuyera el uso de agroquímicos para combatir vectores de virus.	El acceso a la semilla transgénica mediante programas gubernamentales es difícil, dada la historia de abandono en que se encuentran este tipo de productores por parte del gobierno. Un programa gubernamental además tendría que considerar especificidades del mercado informal de semillas y asistencia técnica para disminuir el uso de agroquímicos que se utilizan para combatir vectores de virus.
Expectativas del proyecto que sería deseable alcanzar: Incrementos en productividad en el campo y reducción de aplicaciones de insecticidas.	Expectativas del proyecto que sería deseable alcanzar: Incrementos en productividad en el campo y reducción de aplicaciones de insecticidas.
Variedades utilizadas: Alpha resistente a PVX y PVY	Variedades utilizadas: Rosita resistente a PVX, PVY y PLRV
Efectos de aspectos de propiedad intelectual en el acceso: No se puede transformar la variedad Alpha para resistencia a PLRV	Efectos de aspectos de propiedad intelectual en el acceso: sin restricciones
Aspectos de bioseguridad en el acceso: sin efectos	Aspectos de bioseguridad en el acceso: sin efectos

FUENTE: Elaborado con base en Chauvet *et al.*=1998b; Chauvet *et al.*, 1999 y Massieu *et al.*, 2000c.

En ambas investigaciones se reconocía la importancia de un mecanismo gubernamental para el acceso de pequeños productores a las variedades transformadas, la diferencia era que ISAAA planteaba sus escenarios desde una perspectiva económica, se-

productores (Commandeur, 1996: 14-19). Álvarez Morales, por su parte, en el Curso Internacional sobre Evaluación de Riesgos y Bioseguridad, organizado por CIT/FQ/UNAM y el PUAL/UNAM. México, D.F., del 24 al 28 de junio de 1996, ante una pregunta explícita al respecto comentó que no se haría ningún cargo por concepto de derechos de propiedad intelectual a las papas transformadas por Cinvestav-I.

ñalando las ventajas y desventajas que tendrían los pequeños productores al tener acceso o no a esta tecnología, y a pesar de que reconocía los problemas que podría tener la aplicación de un mecanismo gubernamental para la adopción de la papa transgénica (Qaim, 1998:13), sus propuestas no consideraban determinante el hecho de que en las condiciones prevalecientes en el país durante esta segunda etapa no había mayores elementos que hicieran pensar que se podría emprender un programa de esta naturaleza. Además, el programa propuesto por ISAAA planteaba mecanismos generales y no consideraba algunas características importantes y especificidades de los actores que participan en el mercado informal de semilla. Es decir, sus planteamientos establecían los escenarios posibles, pero no necesariamente probables o deseables.

Los cuestionamientos del Grupo Sociedad y Biotecnología, por su parte, iban en esa dirección. Para este grupo una de las principales debilidades para el acceso a una tecnología como la de resistencia a virus por parte de los pequeños productores es la carencia de servicios públicos que pudieran apoyar la propagación de estas semillas. Además, un proceso de cambio tecnológico como este es muy heterogéneo e incluye aspectos económicos, por supuesto, pero también políticos, sociales y culturales (Massieu *et al.*, 2000:9).

Respecto de las posibilidades de adopción, el límite máximo posible para pequeños productores en el modelo ISAAA planteaba la sustitución total de papas rojas por la variedad transgénica Rosita, lo cual no sólo es poco probable, sino especialmente, poco deseable. La diversidad de variedades agrícolas que siembran los pequeños productores en las comunidades visitadas asciende a más de diez. Un límite deseable de sustitución tecnológica no debe incluir sólo consideraciones económicas, so pena de pérdidas importantes e irreparables en la diversidad genética (Massieu *et al.*, 2000:9).

Massieu *et al.*, consideraban que el cambio tecnológico no era ajeno a los pequeños productores, pero las condiciones prevalecientes en el país en esta segunda etapa no hacían esperar que esta tecnología en particular fuera probable de alcanzar para

ese grupo; además, tampoco eran tan claros los beneficios que un proyecto de esta naturaleza podría representar para los pequeños productores, especialmente si los programas emprendidos no consideraban necesidades tecnológicas más amplias, pero también el apoyo en aspectos como el almacenamiento, tanto de producto como de semilla y su comercialización (2000:9).

En síntesis, durante esta segunda etapa, a diferencia de la primera, empezaron a revelarse algunos problemas en el acceso a esta tecnología, específicamente para uno de los grupos objetivo del proyecto: los pequeños productores. Si se retoma la conceptualización del acceso desde la perspectiva de ISAAA, éste no significaría mayor problema si se realizara mediante un programa gubernamental; en términos de redes esto puede ser representado como un enlace entre dos nodos. En cambio, para el Grupo Sociedad y Biotecnología el acceso a la tecnología para pequeños y grandes productores, además de un programa gubernamental que hiciera llegar la semilla (lo que se consideraba poco probable), requería de capacitación a ambos tipos de productores para que utilizaran la tecnología adecuadamente (aplicación de menos agroquímicos); es decir, que en términos de redes, además del enlace entre nodos, el acceso implicaba mejorar capacidades a nivel de nodo (lo que hacía más difícil el acceso).

Otro aspecto importante para destacar en esta etapa es el relacionado con las diferentes visiones de Cinvestav-I e INIFAP acerca de la tecnología de papa resistente a virus, diferencias frecuentes en desarrollos tecnológicos multidisciplinarios que deben ser reconocidas y enfrentadas, ya que pueden afectar la marcha general de un proyecto. En las entrevistas hechas donde se estaban realizando pruebas de campo multisitio para la papa resistente a virus, eran notorios los cuestionamientos y las diferentes visiones acerca del proyecto en cuestión entre el personal de INIFAP —que realizaba las evaluaciones— y el de Cinvestav, que había desarrollado el proyecto.⁵⁰

⁵⁰ Invariablemente, a lo largo de esta investigación, cuando se realizaron entrevistas al personal del INIFAP encargado de las pruebas de campo de las papas

Por otro lado, en esta etapa se mantuvieron los efectos de los aspectos de propiedad intelectual señalados en la primera, relativos a limitar el tipo de variedades que podían ser transformadas. Respecto de la bioseguridad, sin embargo, los términos del debate acerca de los riesgos inherentes a esta tecnología no anticipaban mayores problemas en cuanto a su utilización ampliada; estos términos del debate pueden ser visualizados como una influencia importante en el ambiente en el que está inmersa la red de desarrollo y uso de esta tecnología; en tal sentido, al finalizar la segunda etapa empezaron a producirse cambios en torno a los transgénicos que provocaron modificaciones en el ambiente de la red en la tercera etapa: los cambios en el ambiente de la red pueden proveer oportunidades, pero también restricciones para la acción individual.

Tercera etapa

Esta etapa del proyecto inicia con el establecimiento de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem), el 5 de noviembre de 1999, y termina a principios de mayo del 2001, cuando empieza a abrirse a la discusión el anteproyecto de norma oficial mexicana que establece los requisitos fitosanitarios para la movilización interestatal, importación y liberación en campo con fines semi-comerciales y comerciales de OGM de uso agrícola. Después, el

transgénicas, iniciaban con una presentación formal acerca del cultivo en México, los principales problemas que enfrentaba, la importancia de enfermedades, plagas y malezas, y el lugar que dentro de éstas tenían las enfermedades virales, el escaso conocimiento en el país acerca de los problemas causados por los virus PVX y PVY. Normalmente la presentación formal terminaba introduciendo los proyectos en los que ese personal estaba participando para atacar los problemas del cultivo (que generalmente no tenían que ver con resistencia vertical a los virus PVX y PVY). Al final de las entrevistas y casi “con tirabuzón” mencionaban brevemente los resultados obtenidos en las pruebas de campo del proyecto Cinvestav-I, y era notoria la carencia de recursos económicos e infraestructura para la realización de las pruebas por parte del personal del INIFAP.

proyecto continúa con el mantenimiento de las variedades transformadas, y se espera seguir adelante con pruebas de campo en mayor escala. Según Qaim, la primera liberación comercial de las dos variedades transgénicas con resistencia combinada a los tres tipos de virus –Rosira y Norteña– ocurriría durante 2001. Para la segunda mitad de ese año, sin embargo, no había sucedido, como tampoco ocurrió la liberación de las tres variedades inicialmente transformadas para resistencia a los virus PVX y PVY (Alpha, Rosita y Norteña) que se esperaba en 1999. Una explicación al respecto puede estar relacionada con el ambiente de la red, que empezó a volverse más turbulento a escala internacional, pero también a escala nacional.

El ambiente en la tercera etapa

En el ambiente internacional culminaba una gran lucha entre países para imponer criterios, por demás divergentes, en el establecimiento de un protocolo internacional de bioseguridad que regulara el comercio de productos modificados genéticamente; la correlación de fuerzas prevaleciente al establecimiento del protocolo promovía la inclusión de reglas que intentaban proteger el ambiente. Diversas ONG de corte ambientalista empezaron a ser reconocidas como actores importantes en actividades regulativas en esta materia a escala internacional, lo que empezaba a manifestarse en retrocesos en las estrategias de las empresas en torno a la biotecnología agrícola.

Estas turbulencias en el ambiente que rodeaba a la red de desarrollo y uso de la agrobiotecnología también empezaron a provocar reajustes en materia de bioseguridad que han ido conduciendo al establecimiento de medidas más estrictas, y se ha puesto mayor énfasis en cuidar tanto los posibles efectos al ambiente, como a la salud de la población. Aunque los cuestionamientos y presiones ejercidos por grupos ambientalistas y por el público sobre las autoridades gubernamentales han sido más fuertes en países de mayor desarrollo, especialmente en los de la

Unión Europea, los retos derivados de lo anterior, en opinión de Álvarez-Morales, son mayores para países donde alguna o todas las siguientes situaciones prevalecen (2000:90-96):

- Legislación incompleta o ausente relacionada con la liberación experimental o con la comercialización de organismos mejorados genéticamente.
- Experiencia limitada con organismos mejorados genéticamente.
- Áreas importantes ricas en biodiversidad.
- Presencia de parientes silvestres de una o más de las especies cultivadas para las cuales exista un derivado transgénico.
- Educación al público limitada.

Según este investigador, todas o al menos algunas de estas situaciones ocurren en diferentes grados en muchos países de menos desarrollo. En el caso de México, muchas de las solicitudes para evaluaciones de campo de plantas mejoradas genéticamente provenían del sector privado –empresas multinacionales que deseaban la aprobación de sus variedades transformadas para el mercado mexicano. El clima internacional en esta tercera etapa presionaba para el establecimiento de esquemas de monitoreo en campo, que evaluaran el comportamiento de los cultivos, especialmente en lo relacionado con efectos en el ambiente.

La falta de esquemas de operación para este propósito en México, dio como resultado el establecimiento de medidas adicionales a las establecidas en la NOM-056-FITO-1995 –para las solicitudes que ya habían pasado la evaluación en campo a nivel experimental– como era el caso del algodón resistente al ataque de insectos, que se había venido sembrando bajo este esquema en el norte del país. Este tipo de autorización le facilitaba a las autoridades de la DGSV y al CNBA mantener una mayor vigilancia sobre algunos aspectos que, de otra manera hubieran quedado sueltos en liberaciones a nivel piloto o precomercial, pero el énfasis seguía estando en aspectos agronómicos y resaltaba la no participación de la Semarnap en aspectos operativos de bioseguridad en el país.

Durante esta etapa continuó detenida la realización de pruebas de campo con variedades comerciales de maíz transgénico. Pero a diferencia de la primera y segunda etapas, donde los cuestionamientos habían venido principalmente desde la academia,⁵¹ la tercera etapa vio el surgimiento de una campaña decidida contra la utilización de variedades transgénicas de maíz, así como para su importación y consumo como grano o sus derivados. Esta campaña, iniciada por GreenPeace a raíz del fallido intento de firma del protocolo en Cartagena, en enero de 1999,⁵² amplió los cuestionamientos al maíz transgénico también hacia aspectos de salud, mismos que no habían recibido mayor atención con anterioridad en el país.

En síntesis, aunque la papa resistente a virus no había enfrentado mayor oposición por parte de ONG ambientalistas en México, los cuestionamientos recibidos por los transgénicos a escala internacional y la oposición que tenía el maíz nacional, fueron llevando a algunos académicos de gran experiencia a proponer el monitoreo de los organismos mejorados genéticamente a mediano y largo plazo, como una posible solución a tales cuestionamientos. Ésta era una medida que ya había sido aplicada o planteada por los gobiernos de Estados Unidos y Japón (Álvarez-Morales, 2000:93).

Álvarez-Morales reconocía que monitorear, a mediano y largo plazos, las plantas liberadas en el ambiente no resultaría una tarea sencilla y que debían responderse algunas interrogantes antes de establecer un sistema de esta naturaleza (2000:93-94): ¿cuándo, dónde y qué monitorear?, ¿qué transgene(s) incluir?, ¿cuán largo

⁵¹ Especialmente desde la agronomía se cuestionaba la realización de estas pruebas y la escasa utilidad de tales variedades transgénicas para la solución de los principales problemas que presentaba este cultivo en el país, frente a los posibles riesgos para la biodiversidad y la práctica agrícola.

⁵² Cuando estaban los países reunidos para la firma del protocolo en Cartagena, GreenPeace México citó a los medios de comunicación a una conferencia de prensa en el Monumento a la Independencia en la ciudad de México y colocó una manta alusiva al maíz transgénico y sus riesgos. La foto dio la vuelta al mundo y fue la primera acción pública de esta organización contra los OGM en el país.

debía ser el monitoreo?, ¿cómo podrían evaluarse los resultados más significativos? Asimismo, se planteaban interrogantes no técnicas importantes para los propósitos de esta investigación: ¿quién debe realizar el monitoreo?, y ¿quién debe pagar por él?

Tanto la propuesta de monitoreo, como los cuestionamientos anteriores son de gran relevancia para este caso, ya que a pesar de que algunos no son específicos para la papa resistente a virus desarrollada por Cinvestav-I, sirvieron de base para plantear un escenario posible para el proyecto.

Actores y actividades realizadas en la tercera etapa

La red de papa interconectó a un grupo importante de actores alrededor de Cibiohem y CCB,⁵³ los cuales fueron creados en esta tercera etapa. Durante la tercera etapa también Cinvestav-I dejó de ser el actor más central, como se puede ver en la figura 7, papel que toma Cibiohem, al menos en teoría.⁵⁴

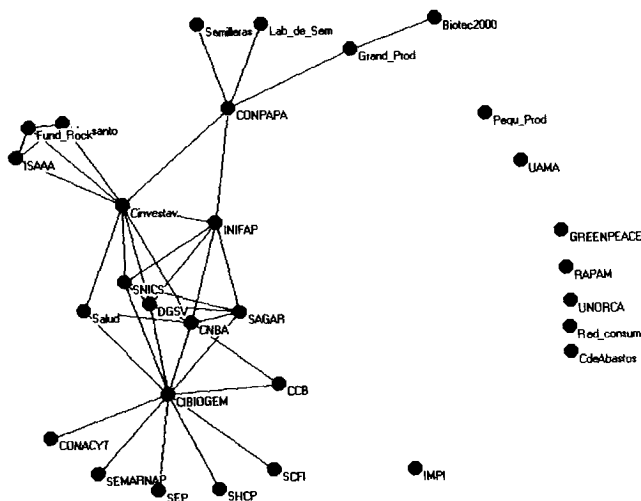
Así, se estableció una red más balanceada en la cual Cibiohem, Cinvestav, CNBA, DGSV e INIFAP agrupan a su alrededor a un mayor número de actores, aunque sigue habiendo un grupo que no ha tenido mayor participación en la red de papa: las ONG; pero ésta es una situación que puede cambiar en cualquier momento.

La relación con pequeños productores no aparece en esta etapa, porque lo que se representó en la etapa anterior fue la relación contratada por ISAAA con UAM-A. Así, aunque el Grupo Sociedad y Biotecnología siguió adelante con un proyecto en el que se

⁵³ El CCB es un órgano de consulta obligatoria para la Cibiohem integrado por 13 investigadores de reconocido prestigio en aspectos de bioseguridad y formulación de políticas que desde su inicio integró a un investigador de ciencias sociales, así como a dos del sector privado.

⁵⁴ Se refiere a que desde el momento de su creación, la Cibiohem ha dispuesto de pocos recursos humanos, técnicos y económicos para desarrollar la importante tarea de coordinación horizontal de las políticas de la administración pública federal en materia de bioseguridad, posiblemente a causa del momento político que se vivía en el país en torno a la sucesión presidencial.

Figura 7.
Red de actores. Tercera etapa



FUENTE: Matriz de enlaces reales. Tercera etapa, con representación gráfica mediante Pajek.

evalúan *ex ante* los efectos socioeconómicos de la papa resistente a virus para este grupo de actores, no se considera que esta investigación forme parte del proyecto en esta tercera etapa.⁵⁵

Hasta este punto es importante destacar que la posibilidad de proteger la propiedad intelectual del desarrollo por derechos de obtentores vegetales ante SNICS requería completar la evaluación en campo de las variedades desarrolladas por Cinvestav-I; el propósito de proteger la propiedad intelectual de este desarrollo para Cinvestav-I e INIFAP no es comercial, sino el de asegurar que las

⁵⁵ En este sentido, la investigación desarrollada por la UAM-A formó parte del ambiente de la red hasta que hubo una relación específica (la contratada por ISAAA). Por supuesto, no debe olvidarse que el ambiente de la red provee restricciones y oportunidades para la acción individual de los actores y los resultados de la investigación desarrollada por la UAM-A podrían ser de gran utilidad para la toma de decisiones de algunos de los actores involucrados.

variedades de papa desarrolladas puedan llegar a los productores sin ningún cargo.

Durante la tercera etapa resaltan los cambios en la posición estructural de los actores gubernamentales encargados de regular la bioseguridad en el país. Estos cambios en la estructura de la red son consecuencia, en parte, del énfasis que pusieron los subgrupos cohesivos que se formaron desde las primeras etapas en la realización de actividades de regulación.

Por su parte, ISAAA, Monsanto, Fundación Rockefeller, CONPAPA, semilleras, etcétera, disminuyeron actividades en esta tercera etapa, lo cual es normal a lo largo del desarrollo de cualquier proyecto, dado que las actividades de I&D que estos actores habían venido desarrollando fue perdiendo importancia relativa.

En la red destacan los actores que no establecieron conexiones en la tercera etapa, en especial uno de los dos actores objetivo de este proyecto: los pequeños productores. A lo largo del proyecto no se han podido establecer las relaciones que permitan pronosticar que los pequeños productores van a tener acceso a esta tecnología. Nuestro estudio de caso muestra la existencia de fallas significativas de mercado para hacer que la tecnología llegue a los productores de menos recursos. Crear un mercado para esta tecnología implicaría destinar recursos y establecer mecanismos de coordinación adicionales a los que existen, a diferentes niveles. En este proceso el gobierno tendría que desempeñar un papel importante y considerar que no sólo se trata de hacerles llegar la semilla de papa, sino de proporcionarles también las bases técnicas de manejo agronómico y de manejo de riesgo para hacer juicios informados acerca de la idoneidad de estos cultivos y los niveles deseables de adopción.

Por lo que corresponde a algunas ONG, como GreenPeace, UNORCA, RAPAM, y Redes de Consumidores, el proyecto no ha despertado en ellas interés, probablemente por la menor importancia relativa de la papa respecto del maíz.⁵⁶ También es posi-

⁵⁶ Se refiere a la importancia social, económica y cultural del maíz respecto de cualquier otro cultivo en el país.

ble que al estar desarrollado por un centro de investigación nacional, despierte menos inquietudes y desconfianza entre las ONG. Según Aerni, la biotecnología agrícola en Europa está siendo muy cuestionada por su asociación a corporaciones multinacionales y porque la consideran como una tecnología impuesta desde Estados Unidos, lo cual es natural que sea motivo de preocupación, pero va más allá de los riesgos que puede ofrecer la biotecnología agrícola (Aerni, 2001a:7).

Por otro lado, los subgrupos cohesivos formados en esta tercera etapa responden también a la realización de actividades fundamentalmente de regulación, como vemos en el siguiente cuadro. De ahí que los subgrupos cohesivos, más que los actores individuales, hayan mostrado mayor capacidad para establecer la orientación del proyecto, pues consignan interacciones estrechas entre actores, que pueden dar cuenta de la emergencia de consenso en el establecimiento de objetivos comunes, de gran importancia en la construcción de sistemas y, en consecuencia, en la orientación que puede seguir una tecnología determinada.

*Agrupaciones generadas en la tercera etapa
y actividades realizadas*

Cliques formados	Énfasis en las actividades realizadas
DGSV/CNBA/Sagar/ Cibiogem	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos
CNBA/Salud/Cibiogem	Regulación: Bioseguridad aspectos relacionados con la salud ^a
CNBA/Cibiogem/CCB	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos
DGSV/SNICS/Sagar/ Cibiogem	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos y propiedad intelectual
Cinvestav-1/ISAAA/ Monsanto y Fundación Rockefeller	Actividades de producción de tecnología ^b
INIFAP/DGSV/CNBA y Sagar	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos
Cinvestav-1/INIFAP/DGSV y CNBA	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos

*Agrupaciones generadas en la tercera etapa
y actividades realizadas (continúa)*

Cliques formados	Énfasis en las actividades realizadas
INIFAP/DGSV/SNICS y Sagar	Regulación: Aspectos de propiedad intelectual ^c
Cinvestav-I/INIFAP/DGSV y SNICS	Regulación: Aspectos de propiedad intelectual
Cinvestav-I/INIFAP/CONPAPA	Promoción no gubernamental ^d
Cinvestav-I/CNBA y Salud	Regulación, aspectos de bioseguridad ^e

FUENTE: Propiedades de las redes obtenidas utilizando UCINET V. Copyright © 1999-2000 Analytic Technologies.

^a El énfasis es en Salud ya que el CNBA había empezado a apoyar desde la segunda etapa algunas consultas en esta materia.

^b Se refiere al mantenimiento de las líneas transformadas, así como la continuación de pruebas de campo.

^c La participación de DGSV se refiere a que los materiales a registrar deben obtener previamente la autorización de esta dependencia en aspectos de bioseguridad.

^d Se refiere a actividades de intercambio de información respecto del avance del proyecto.

^e Se refiere a la realización de tesis en Cinvestav-I sobre aspectos de bioseguridad alimentaria.

Las actividades desarrolladas por los subgrupos cohesivos que se formaron en esta etapa han sido principalmente de regulación en aspectos de bioseguridad, con mayor énfasis en evaluaciones agronómicas, lo que se refuerza al observar que los actores que aparecieron juntos más veces en estos subgrupos fueron INIFAP, DGSV y Sagar.

Algunos autores, sin embargo, resaltan como un gran logro el proceso de construcción de capacidades de investigación y desarrollo de plantas transgénicas que obtuvo Cinvestav-I gracias al proyecto de papa resistente a virus⁵⁷ (Arellano, 2000). Es innegable que su participación en este proyecto le ahorró tiempo en el proceso de construcción de capacidades para desarrollar

⁵⁷ Para Arellano, además, el proyecto representó un gran logro en términos de la construcción genética utilizada (2000).

una planta transgénica,⁵⁸ pero no es ahí donde radican los principales logros del proyecto, ya que esta institución, por sus capacidades y contactos, podía haber avanzado sin la participación de Monsanto en la obtención de papas resistentes a virus, a partir de conocimiento con menos restricciones, o allegarse el conocimiento necesario a partir de otras interacciones.⁵⁹ Además, el ahorro de tiempo que logró al obtener la tecnología de ese modo se ha ido diluyendo, por las desarticulaciones que presenta la red de desarrollo y uso de papa resistente a virus en el país.

En ese sentido, donde es incuestionable la importancia del proyecto y su oportunidad es en la construcción de capacidades en aspectos de bioseguridad para los diferentes actores involucrados a lo largo de cada una de las diferentes etapas, lo que tuvo repercusiones a escala nacional; aunque, en menor medida, el proyecto ha servido también para ganar experiencia en aspectos de propiedad intelectual. Sin embargo, sus primeros dos objetivos, incrementar la productividad y mejorar el ambiente, no han podido alcanzarse, quizá porque involucran cambios importantes en capacidades de actores, así como el establecimiento de articulaciones que van más allá de las posibilidades de emprendimiento y movilización de recursos que pueden lograr los actores más centrales⁶⁰ a lo largo de las tres etapas del proyecto: Cinvestav-1 y Cibiogem.

⁵⁸ Como se señaló, la alianza representó un ahorro de tres años para Cinvestav-1 en la realización del proyecto y esa es una regla muy aplicada en el mundo de la gestión de tecnología: "si la tecnología ya existe, hay que tratar de obtenerla en lugar de desarrollarla". Este tipo de presiones son importantes en un mercado competido y, en 1991, cuando se inició el proyecto de papa resistente a virus, México enfrentaba presiones que amenazaban muy seriamente sus posibilidades de salir adelante en un marco de apertura comercial. Las hábiles negociaciones de CONPAPA en el marco del TLC lograron finalmente proteger a los productores nacionales de las importaciones de papa en fresco y de semilla durante algunos años, lo que disminuyó el sentido de urgencia de un proyecto de esta naturaleza.

⁵⁹ Cinvestav-1 es uno de los mejores centros de investigación en biotecnología de plantas en Latinoamérica y tiene experiencia en proyectos de colaboración internacionales y nacionales, y de negociación de tecnología a diferentes niveles.

⁶⁰ En relaciones no direccionales como las utilizadas en este caso, un actor central es aquel que está involucrado en muchos enlaces.

El Cinvestav-1 es un centro que forma parte del Instituto Politécnico Nacional y depende, en última instancia, de la Secretaría de Educación Pública; su función principal es la formación de recursos humanos de posgrado y la investigación científica básica y aplicada en biotecnología de plantas; de ahí que le sea propia la realización de actividades de investigación, pero enfrenta problemas incluso con las actividades de desarrollo y no se diga con las de producción de tecnología,⁶¹ no sólo en términos de los recursos humanos y técnicos que se requieren, sino muy especialmente en la organización que necesita este tipo de actividades. Lo anterior se debe a que no hay mecanismos de reconocimiento para quien realiza estas actividades desde la academia.⁶²

*Actores centrales a lo largo del proyecto. Indicadores de centralidad**

Actores\etapas	Prin90	Fin90	Act01
Cinvestav-1	34.5	34.5	31.0
ISAAA	17.2	24.1	10.3
Monsanto	17.2	17.2	10.3
Cibiogem	0.0	0.0	37.9

* La centralidad medida como el número de enlaces directos de un actor, y expresada como porcentaje.

FUENTE: Tablas de centralidad calculadas por el Programa Ucinet V, con base en la definición de Freeman, 1979.

La experiencia del Cinvestav-1 en regulación ha dado lugar a un mayor número de publicaciones y participaciones en actividades de difusión que los aspectos científicos y técnicos del proyecto. Pero este tipo de resultados son calificados con menos puntaje en evaluaciones académicas.

⁶¹ Se refiere a las actividades que ha tenido que realizar en el proyecto de papa resistente a virus.

⁶² Si se revisan los resultados del proyecto en términos de publicaciones –un resultado que sí reconoce la academia– se puede ver que fueron muy escasas en revistas de investigación especializadas. Por supuesto el desarrollo de tecnología se mide en términos diferentes, pero no es fácilmente reconocido en el ámbito académico.

Por otro lado, cuando se habla de hacer llegar los resultados de la biotecnología agrícola a productores de escasos recursos en países de menos desarrollo, generalmente se parte de la existencia de centros tipo Cinvestav-1 que posean la capacidad de adaptar tecnologías genéricas a variedades de interés local (Jaffé y Zaldívar, 1992:16; Qaim, 1998:35-36; Qaim, 1999:v-vii; Spillane, 1999:1-7; Swaminathan, 1995, xxi-xxv). Pero, sin dejar de reconocer el importante papel desempeñado por Cinvestav-1 en el caso de la papa resistente a virus, ¿estaría dispuesto Cinvestav-1 a seguir participando en proyectos de este tipo si no hay mecanismos apropiados que reconozcan esa participación?, ¿cuáles serían las fuerzas impulsoras para futuros desarrollos de esta naturaleza?

Cibiogem, por su parte, es una comisión intersecretarial que fue instalada a principio del 2000⁶³ y le corresponde, entre otras funciones, proponer programas para la transferencia de tecnología que impliquen el uso de OGM (Villalobos, 2000:10), aunque no se trate de una de sus funciones más importantes. Pero, tal vez por el momento político que ha vivido desde su creación, tampoco ha tenido capacidad de generar las relaciones que se requerirían para hacer avanzar la tecnología hasta la etapa de adopción.

Así, llevar un proyecto con las características del de papa resistente a virus especialmente a pequeños productores, tiene que ver no sólo con capital humano —como el que posee Cinvestav-1—, sino también con capital social.⁶⁴ El concepto de sistema nacional de innovación puede ser de utilidad también para entender las implicaciones de hacer llegar una tecnología compleja a sus posibles usuarios: un conjunto de agentes que contribuyen al

⁶³ La Cibiogem está orientada a coordinar las políticas de la Administración Pública Federal relativas a la bioseguridad y a la producción, importación, exportación, movilización, propagación, liberación, consumo y, en general, al uso y aprovechamiento de los OGM, sus productos y subproductos.

⁶⁴ La acepción que se da a este término en ciencia política tiene que ver con el tejido asociativo de un país, con el grado de participación en actividades sociales, culturales, políticas, etcétera (doctor José Luis Molina, comunicación personal). Para la OECD, el capital social estructural se refiere a las conexiones a otras personas u organizaciones (2000:87).

desarrollo y difusión de nueva tecnología, proporcionando el marco dentro del cual los gobiernos formulan e instituyen políticas para influir en el proceso de innovación (Metcalf, 1995:409-512). Un proyecto como éste necesitaría de actores adicionales a Cinvestav y CibioGem con capacidad para manejar⁶⁵ el proceso de cambio tecnológico, de colaborar con los productores y con otros actores de la red para adaptar la tecnología a las necesidades del mercado, que participen en el establecimiento de normas, realicen los procesos de prueba y evaluación de la tecnología y que generen ventajas atractivas para empresarios del sector privado, público y social.

Esa transformación de la red en sistema difícilmente puede ser el resultado de dejar el proyecto a las libres fuerzas del mercado, ya que se trata de mercados en formación en donde la inclusión de nuevos actores (o de los mismos) en nuevas actividades debe ser resultado del trabajo de promoción no gubernamental, para el caso de grandes productores y, necesariamente, gubernamental, para pequeños productores.

Los grandes productores cuentan con sistemas de producción modernos: utilizan riego, concurren a un mercado formal y adquieren semilla certificada. Existen varias empresas en México —así como algunos grandes productores— que cuentan con sus propios laboratorios de cultivo de tejidos para producir la semilla. Precisamente, es en esos laboratorios donde se reproduciría la tecnología de papa resistente a virus.

La utilización de semillas de papas resistentes a virus probablemente contribuya a incrementar rendimientos; sin embargo, para que su utilización permita reducir costos de producción (un elemento importante para su adopción) se requiere también de asistencia técnica para que el productor sepa qué tipo de insecticidas dejar de aplicar, condición *sine qua non* si se desea, además, alcanzar la expectativa de mejorar el ambiente. Un programa de asistencia técnica de este tipo requiere de actividades de promoción conjunta, tanto gubernamental como no gubernamental.

⁶⁵ En el sentido de *management*.

En el caso de pequeños productores, cuyo sistema de cultivo es de temporal y no cuentan con un mercado formal de semillas, difundir la tecnología requiere, necesariamente, de programas de promoción gubernamental que hagan posible su acceso; de ahí la validez de las observaciones del grupo Sociedad y Biotecnología, relativas a las dificultades que enfrentaría un programa de promoción gubernamental para este cultivo y, en su caso, las características que debería tener.

Escenario del proyecto

Los actores y las interacciones a lo largo de estas tres etapas ponen de manifiesto que los recursos movilizados por el proyecto no tuvieron el alcance para estimular las interacciones y la construcción de capacidades que se requieren para que las papas resistentes a virus lleguen a sus posibles usuarios. Como se ha dicho: hay factores contra los que los actores no pueden. Además, el ambiente que rodea a la red de papa en este proyecto ha cambiado; a lo largo de la tercera etapa han surgido algunos “focos rojos” y disposiciones en materia de bioseguridad tanto a escala nacional como internacional, que aconsejan mayor prudencia respecto de los productos transformados para resistencia a virus y para los transgénicos en general; tales disposiciones se listan en el siguiente cuadro.

Medidas y recomendaciones para plantas transgénicas

Fecha	Medida o recomendación	Fuentes específicas
Principios del 2000	Monitoreo ambiental a mediano y largo plazos de las plantas liberadas en México	Propuesta del doctor Ariel Álvarez Morales, presidente del CCB (Álvarez, 2000:93-94)
Abril 2000	Se recomienda monitorear a largo plazo los impactos de los cultivos transgénicos en los ecosistemas y suprimir la medida de excepción que había para no llevar a cabo monitoreo ambiental de las plantas resistentes a virus obtenidas mediante genes de la cápside viral.	Reporte de un panel de la US National Academy of Sciences (NAS, 2000:261).

Medidas y recomendaciones para plantas transgénicas (continúa)

Fecha	Medida o recomendación	Fuentes específicas
Febrero 2001	Eliminación gradual de genes marcadores de selección de resistencia a antibióticos, así como diversas medidas obligatorias para monitorear los OGM liberados para propósitos comerciales o cualquier otro propósito, así como extensión de la evaluación de riesgo a los efectos acumulativos a largo plazo en la salud humana y en el ambiente, incluyendo los efectos sobre la diversidad biológica y en los ecosistemas no agrícolas.	Tercera Lectura y final sobre la Revisión de la Directiva 90/220/EEC votada en el Parlamento Europeo
Abril 2001	Aunque los cultivos transgénicos para resistencia a virus representan sólo una pequeña parte del total mundial de transgénicos, es probable que lleguen a ser más prevalentes especialmente en los países en desarrollo. Cada uno de estos cultivos tiene su propia "personalidad" y presenta sus propios riesgos, por lo que deben tomarse precauciones (se refiere a las de tipo ambiental).	"Seed of Concern ", artículo de divulgación publicado en <i>Scientific American</i> (Brown, 2001:43).
Abril 2001	La liberación comercial de un OGM es posterior al cumplimiento de las etapas de experimentación científica y programa piloto. La DGSV y la DGIOECE pueden revocar los certificados de liberación si existe nueva información científica acerca de los posibles riesgos del OGM en cuestión.	Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM FITO/ECOL-2001, que establece los requisitos para importación, movilización y liberación al ambiente en programas piloto y con fines comerciales de OGM destinados al uso agrícola.

Fuente: Elaboración con base en las fuentes específicas.

Si en el caso de México se atendieran este tipo de recomendaciones, la utilización ampliada de las papas resistentes a virus PVX, PVY y PLRV, desarrolladas por Cinvestav-I, implicaría destinar recursos humanos, técnicos y económicos para hacer evaluaciones a nivel piloto⁶⁶ y monitorear los posibles riesgos ambientales derivados de su utilización a mediano y largo plazos, mismos que no estaban contemplados inicialmente y que volverían más complejo su manejo en campo.

Si conceptualizamos la tecnología de papa resistente a virus como un proceso complejo/producto simple,⁶⁷ no requeriría de vigilancia especial en aspectos de bioseguridad; actualmente sin embargo, por los cambios ocurridos en el ambiente de la red, que advierten sobre la necesidad de establecer regulaciones más estrictas, tanto su desarrollo como su utilización, quedarían enmarcados como un proceso complejo/producto complejo.⁶⁸

Lo anterior afectaría tanto el perfil de los actores que participarían en su utilización ampliada como sus interacciones con otros actores, y volvería más difícil el acceso, especialmente de los pequeños productores, ya que además de un mecanismo especial para hacerles llegar las papas transformadas, se requeriría de los siguientes elementos:

- La asistencia técnica que necesita su adecuado manejo ambiental para reducción de insecticidas.
- La realización de pruebas piloto en materia fitosanitaria y ambiental que plantea necesidades de recursos que —a dife-

⁶⁶ Aunque la definición del nivel piloto tendría que darse por cultivo, en el algodón Bollgard la experimentación se consideraba piloto arriba de las mil hectáreas.

⁶⁷ El desarrollo de la tecnología de papa resistente a virus podía ser considerado como un proceso complejo, cuyo resultado sería un producto equiparable sustancialmente a una papa obtenida por métodos convencionales, es decir, un producto simple.

⁶⁸ El desarrollo de la papa resistente a virus seguiría siendo el resultado de un proceso complejo, pero las papas obtenidas requerirían ahora de un sistema de monitoreo en campo y de control de su uso: lo que convertiría a la papa resistente a virus desarrollada por Cinvestav-I en un producto complejo.

rencia del cultivo del algodón en el norte del país— no están presentes en las zonas paperas de pequeños productores.

- La aplicación de las nuevas disposiciones en materia de bioseguridad para el establecimiento de programas de monitoreo a mediano y largo plazos, con sus consecuentes repercusiones en el número y perfil de actores requeridos, así como las nuevas articulaciones que serían necesarias.

Por otra parte, atender los cuestionamientos en materia de marcadores de selección implicaría iniciar un nuevo proyecto, lo que plantea un escenario de no difusión de la tecnología con las características actuales.

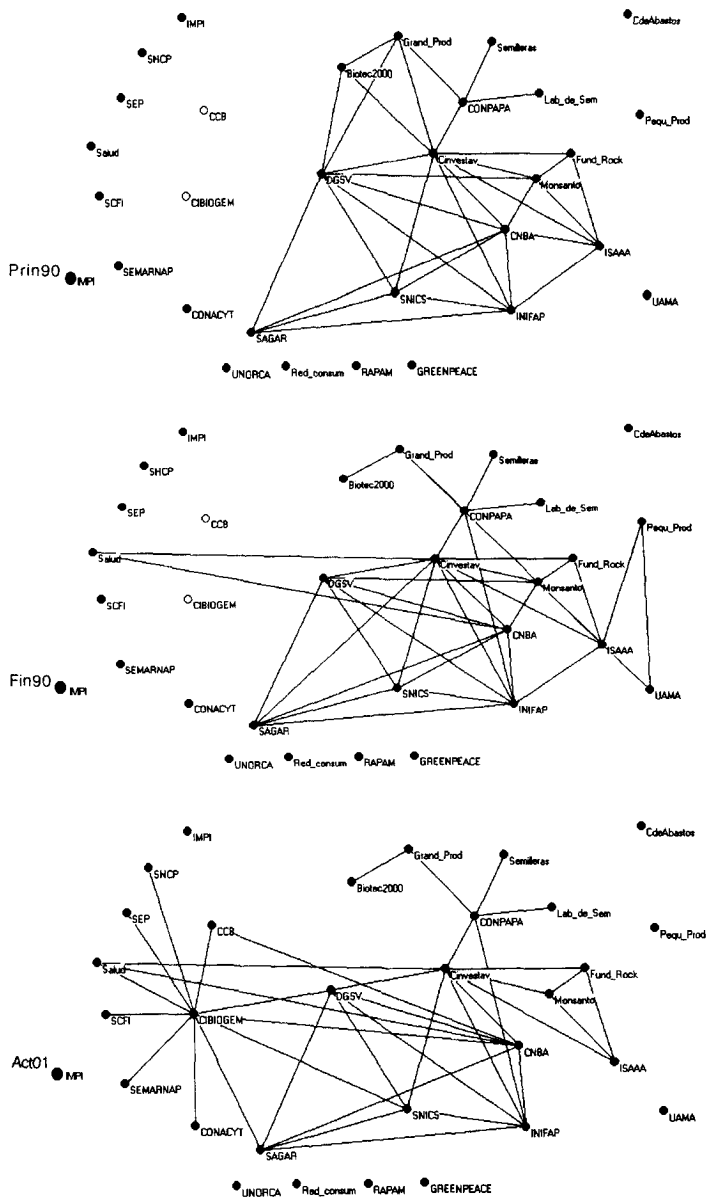
Comprobación de hipótesis

Como corolario de la investigación realizada en torno al proyecto de papa resistente a virus, en este apartado se resumen los aspectos relacionados con la comprobación de las hipótesis propuestas en la Introducción.

En la figura 8 se puede apreciar cómo ha venido evolucionando la complejidad institucional en torno al proyecto; la proliferación de enlaces guarda una estrecha relación con actividades de regulación. Sin embargo, el énfasis en regulaciones no sólo respondió a los objetivos de los grupos cohesivos que se fueron formando a lo largo del proyecto, ya que éstos buscaban el establecimiento de marcos menos restrictivos en materia de bioseguridad; de ahí que los cambios en la estructura de la red también obedezcan a la percepción creciente en el país —especialmente entre algunas ONG ambientalistas y organizaciones de productores— acerca de que la agrobiotecnología requiere de esfuerzos mayores y más articulados para utilizar, de manera segura, este tipo de productos.

La complejidad institucional no ha terminado de instrumentarse entre los diferentes actores involucrados, ya que para ser llevada a la práctica se requeriría dar respuesta a las interrogantes expresadas por el Coordinador del CCB, acerca de la factibilidad

Figura 8.
Evolución de la red de papa transgénica



de realizar todas las actividades relacionadas con el uso seguro de la biotecnología, en particular, la de monitorear la papa resistente a virus después de su liberación comercial, como también las referentes al financiamiento de esta actividad.⁶⁹ Por otra parte, la propiedad intelectual y más específicamente la transferencia de tecnología hicieron necesaria la vinculación de Cinvestav-I con Monsanto y con ISAAA, para allegarse el material genético, lo que significó un ahorro de tiempo en su desarrollo, pero limitó el número y tipo de variedades transformadas.

En cuanto a la comprobación de hipótesis, es importante destacar que aún no se ha liberado la papa transgénica a nivel piloto, ni a nivel comercial.⁷⁰ Sin embargo, los cambios ocurridos en el ambiente durante la tercera etapa plantean la necesidad de realizar pruebas piloto, así como de establecer estrategias de monitoreo ambiental de plantas resistentes a virus —específicamente para las transformadas por los métodos utilizados por Cinvestav-I en este proyecto—, lo cual modifica la situación inicial respecto de que las plantas resistentes a virus no requerían de tales pruebas y estrategias. De aprobarse el anteproyecto de norma para la liberación piloto y comercial de OGM en el país,⁷¹ se requerirían más recursos humanos, técnicos y económicos, así como una organización diferente para la adopción ampliada de esta tecnología en general.

⁶⁹ Véase Álvarez, 2000:90-96.

⁷⁰ En una reciente publicación sobre biotecnología moderna en México (véase Bolívar, 2001:153), se afirma que se ha iniciado la distribución de la semilla de papa resistente a virus PVX y PVY, entre algunos productores. Si bien esta práctica se realizó a mediados de los noventa —para propósitos de experimentación de campo— esto dejó de hacerse posteriormente y, salvo que se estén infringiendo las disposiciones actuales en esta materia —cosa que seguramente Cinvestav-I sería incapaz de hacer— tal afirmación seguramente responde a un entusiasmo desbordado de los autores en torno a los productos de la agrobiotecnología.

⁷¹ Se refiere al anteproyecto de norma oficial NOM-FITO/ECOL-2001, que establece los requisitos para la importación, movilización y liberación al ambiente en programas piloto y con fines comerciales de OGM destinados al uso agrícola. Este anteproyecto se encuentra en discusión actualmente.

El acceso de los pequeños productores a las papas resistentes a virus se volvería más complejo y diferenciado, ya que las condiciones de base en materia de apoyos fitosanitarios, de asistencia técnica y de infraestructura para que se difundiera una tecnología como ésta son muy distintos entre los grandes productores del norte del país y los pequeños del centro y sur. De hecho, desde hace tiempo que estos últimos no cuentan con apoyos, condición *sine qua non* para probar la tecnología a escala piloto en las zonas paperas más deprimidas y para su posterior monitoreo. En este sentido, la falta de recursos y de la organización necesaria para el manejo de la bioseguridad limitaría el acceso de los pequeños productores a esta tecnología (Hipótesis 1).

Respecto de la segunda hipótesis, la evolución de la red del proyecto de papa resistente a virus muestra que, hasta el momento, no ha atraído la atención de nuevos actores, tales como las ONG. De igual suerte, resalta la desarticulación del proyecto, desde sus inicios, con uno de sus usuarios clave: los pequeños productores, lo cual hace patente, por un lado, la necesidad de ampliar la base de participación social en el proyecto y, por el otro, la de mejorar la capacidad de consumidores y usuarios de las innovaciones para tomar decisiones bien informadas sobre los riesgos y beneficios que ofrece una tecnología de este tipo. De particular importancia resulta el trabajar de manera paralela en el establecimiento de marcos reguladores *ad hoc*.

El proyecto de papa resistente a virus ha contribuido a mejorar los marcos existentes en el país, pero fuera del ámbito académico de la evaluación de impactos, no ha atraído la atención de otros grupos y, en consecuencia, el establecimiento de objetivos y estrategias en torno al mismo refleja los intereses de sus proponentes, quienes están desarticulados de usuarios y consumidores.

La no participación de nuevos actores en este proyecto *versus* su creciente interés en temas como el del maíz transgénico, refleja no sólo la importancia socioeconómica, cultural y ambiental del maíz sobre la papa, también puede ser un reflejo de que el proyecto lo desarrolla un centro de investigación público y –salvo algunos cuestionamientos iniciales respecto de las posibles intenciones de

Monsanto al donar la tecnología— no se asocia al poder de las corporaciones multinacionales. Pero este escaso interés también pone de manifiesto las limitaciones que tienen los nuevos actores para analizar y responder a problemas locales y su carácter de seguidor.⁷² Al respecto, cabe destacar que el carácter sitio específico de los posibles efectos de los productos transgénicos en el ambiente —y su variación en el tiempo— conllevan la necesidad de investigación local.

Por lo anterior, el estudio de este caso refuerza tanto lo asentado en la hipótesis 2, como la necesidad de los nuevos actores de allegarse los recursos y/o establecer las alianzas que les permitan profundizar en la evaluación de los efectos de tecnologías de este tipo a escala local, así como presionar para el establecimiento de marcos reguladores que reflejen los intereses de los diferentes actores que pueden verse afectados por este tipo de tecnologías.

Finalmente, los cambios en el ambiente en la tercera etapa hacen aconsejable analizar y, en su caso, incorporar las medidas de seguridad recomendadas para las plantas resistentes a virus resultado de investigaciones recientes. A la luz de varias de estas medidas y recomendaciones, las estrategias para hacer llegar el tubérculo a los pequeños productores, como semilla transgénica en fresco —es decir por un mecanismo de “goteo”— o por programas que no lleven asociada asistencia técnica, tendrían que cambiar; de igual suerte, tampoco se podrá evadir la instrumentación de un programa de monitoreo ambiental, so riesgo de hacer realidad lo asentado en la hipótesis 3 relativo a que los efectos en el ambiente podrían ser graves e irreversibles. Pero, además, estarían violando el principio de consentimiento informado, relativo a que es moralmente permisible exponer a una persona P al riesgo R solamente si P sabe y entiende R y elige libremente asumir R (Kline, 1990:xiii).

⁷² Cabe recordar que la campaña en contra del maíz transgénico en el país está encabezada por GreenPeace.

V. El algodón resistente al ataque de insectos

La búsqueda de alternativas a los plaguicidas obtenidos por síntesis química ha sido una constante en el mundo desde principios de los sesenta, cuando empezaron a revelarse los primeros desastres ecológicos por la utilización indiscriminada de este tipo de compuestos en el combate a insectos vectores de enfermedades para los humanos y en la práctica agrícola;¹ desde entonces se ha realizado un gran esfuerzo para encontrar alternativas a los pesticidas químicos. En el caso de la agricultura ese proceso de búsqueda ha puesto énfasis en pesticidas biológicos y en el mejoramiento genético de plantas para obtención de resistencia a plagas, que a veces han generado cambios radicales en las técnicas de producción de insumos así como en la práctica agrícola.

Es en este contexto que el surgimiento, en 1987, de las primeras plantas resistentes a insectos –mediante la inserción de genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis*– causó grandes expectativas en el mundo. El biopesticida más usado proviene de esta bacteria² y –por sus características de especificidad a especies–

¹ En 1962 Rachel Carson, en *Primavera silenciosa*, advirtió sobre los peligros de utilizar algunos plaguicidas químicos; su libro ha sido básico para el movimiento ambientalista en el mundo.

² La bacteria produce proteínas insecticidas durante su esporulación, se trata de una bacteria muy abundante en el suelo y de la cual hay miles de cepas descritas, cada una de las cuales produce cristales de su propia y única proteína insecticida, también llamada toxina (Neppl, 2000:1).

objetivo, de no toxicidad a algunos insectos útiles y animales mayores (incluidos los humanos), así como por ser biodegradable y no persistir en el ambiente— ha sido considerado el insecticida ideal y es de amplia aceptación por grupos ambientalistas y agricultores orgánicos, entre otros.³ Dado que un solo gene codifica para la proteína insecticida del Bt, fue una tarea sencilla para la ingeniería genética introducir este gene en algunos cultivos comerciales que mostraban problemas fitosanitarios, dando lugar a los cultivos Bt, que contienen y expresan la información genética de la proteína insecticida introducida. Este tipo de cultivos se clasifican como plantas con propiedades plaguicidas.

El principal beneficio que se deriva de una planta Bt es que su utilización implica menos aplicaciones de insecticida al ambiente. Desde el punto de vista de la práctica agrícola, esto permite una disminución de costos de producción, ya que se necesitan menos aplicaciones de insecticidas y menores requerimientos de mano de obra. Otro beneficio importante se deriva de que la toxina se exprese en toda la planta, ya que da como resultado que queden protegidas aun las partes de difícil acceso para otros insecticidas; sin embargo, otros beneficios son más controvertidos, como el que la toxina sea menos susceptible a degradarse que cuando se asperja sobre la planta y que permanezca en la planta durante todo el ciclo agrícola, ya que las plagas pueden volverse resistentes a la toxina en poco tiempo; asimismo, puede haber otros riesgos que deben ser evaluados, tales como el de afectar a organismos no objetivo.

La posibilidad de que los cultivos Bt aceleren la aparición de resistencia en los insectos objetivo dio lugar a una nueva estrategia de manejo de resistencia: la utilización de refugios.⁴ Por otro

³ Aunque el *B. thuringiensis* estuvo disponible comercialmente desde 1938 y fue usado en Estados Unidos desde 1950, no fue sino hasta los ochenta que el interés comercial en este producto creció y lo hizo rápidamente, cuando algunos insecticidas sintéticos empezaron a no ser efectivos por el surgimiento de resistencia en los insectos (Neppf, 2000:1).

⁴ El establecimiento de refugios consiste en destinar un área dentro del cultivo Bt y plantarlo con plantas No-Bt. En esta área se mantiene una población de insectos

lado, la mayor parte de cultivos Bt que se están comercializando en el mundo han sido desarrollados por grandes complejos agrobiotecnológicos; se trata de tecnologías protegidas por DPI cuya utilización, en algunos casos, requiere de una licencia, lo cual también es algo nuevo para la agricultura.

En el caso del algodón resistente al ataque de insectos que está siendo comercializado en México por Monsanto, ambos aspectos toman forma a partir de un contrato de licencia para el uso de la tecnología genética. El contrato se celebra entre Monsanto y el licenciatario –un productor agrícola, una asociación en participación– que se compromete, entre otras cosas, a cumplir con un programa para el manejo del algodón Bt y a llevar a cabo sólo una siembra con la semilla adquirida. Este contrato es, pues, un instrumento que conjunta tanto compromisos en materia de propiedad intelectual, como en bioseguridad.

La posible aparición de insectos resistentes a la planta Bt plantea la necesidad de monitoreo a lo largo del ciclo agrícola; de igual suerte, el programa de manejo de resistencias requiere una serie de cuidados adicionales al cultivo. Además, este tipo de cultivos requieren –previo a su liberación comercial– de un proceso de evaluación de los posibles riesgos derivados de su utilización, que junto con la vigilancia plantea la necesidad no sólo de un mayor número de recursos humanos, técnicos y económicos, sino también de una organización diferente; se necesita articular relaciones entre los principales actores involucrados: gobiernos federal y estatal, productores, semilleras, complejos agrobiotecnológicos, comités expertos e instituciones de investigación, así como nuevos actores, tales como organizaciones ambientalistas y consumidores, etcétera.⁵

susceptibles que pueden aparearse con los insectos resistentes que hayan sobrevivido en el área del cultivo Bt. Al ocurrir lo anterior la resistencia, cuando es un carácter recesivo, no se expresa en la progenie y se retrasa su aparición.

⁵ Pero la diversidad de intereses de estos actores hace difícil que tales articulaciones se transformen en un sistema de evaluación y vigilancia de este cultivo.

En este sentido, la advertencia de algunos analistas respecto de que en países de menos desarrollo la biotecnología agrícola involucra retos adicionales: ¿de dónde van a sacar los recursos para el adecuado manejo de la bioseguridad y la propiedad intelectual?, ¿quién va a pagar por ellos?, preguntas que cobran relevancia en los cultivos con propiedades plaguicidas.

En el país, desde agosto de 1995 se ha sembrado algodón transgénico resistente al ataque de insectos en cantidades cada vez más significativas; hasta mediados de 2001, este algodón ha estado sujeto a una vigilancia más estricta que cualquier otro cultivo, tanto por parte de la DGSV como de las empresas responsables, otras dependencias competentes a escala estatal y federal, o bien por parte de los productores y asociaciones. Esta vigilancia tiene el propósito de obtener los elementos que le permitan a la DGSV autorizar o no la liberación comercial⁶ del algodón resistente al ataque de insectos en el país, lo que ha implicado destinar un gran número de recursos humanos, técnicos y económicos, así como una organización diferente de los mismos. Resulta, pues, una tarea muy importante profundizar en lo que ha significado para el país emprender tales procedimientos de bioseguridad, como determinar el tipo de actores que deben participar, además del conocimiento que se debe generar y analizar para manejar de manera adecuada los posibles riesgos de los OGM.

Por otro lado, el algodón resistente al ataque de insectos de Monsanto, mejor conocido como algodón Bollgard –la marca que actualmente se comercializa– es el primer producto transgénico distribuido en México a mayor escala por periodos prolongados, mediante un contrato de licencia entre el productor y el complejo agrobiotecnológico, la manera en que estos contratos de licencia puedan afectar a los productores y a la

⁶ La liberación comercial se refiere a que un organismo genéticamente modificado puede ser sembrado dentro de todo el territorio nacional y únicamente estará sujeto a un proceso de notificación anual (a la DGSV), una vez que ésta ha sido autorizada (véase 3.1.3. del Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-FITO 2000).

práctica agrícola constituye un tema muy polémico para la investigación en el campo de las ciencias sociales. De ahí su interés como caso de estudio para una investigación como esta que intenta establecer los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola que puede haber para los principales actores involucrados en su desarrollo y uso en México.

Producción de algodón en el país

Las series históricas disponibles en México registran que en los años sesenta se sembraron 800 mil hectáreas, que produjeron 2.5 millones de pacas de algodón (Armendáriz, 1997a:14-15); por muchos años este cultivo fue un producto de exportación de gran importancia, pero su producción disminuyó debido, principalmente, a los bajos rendimientos unitarios, los aumentos en los costos del cultivo, especialmente en lo relativo a costos fitosanitarios, y a la baja del precio internacional de la fibra (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:4).

Diferentes actores han hecho esfuerzos por modificar algunos de estos factores –productores, investigadores, distribuidoras de insumos y funcionarios gubernamentales– pero es un hecho que el precio internacional de la fibra sigue teniendo gran incidencia en la evolución de este cultivo. Así, durante el periodo 1989-1999, en particular durante 1996, que fue el año récord en este periodo, la superficie sembrada alcanzó apenas la mitad de la cultivada en los sesenta; peor aún, durante el bienio 1992-1993, sólo se sembraron 49 y 42 mil hectáreas, respectivamente, alrededor de una vigésima parte del nivel histórico.

Durante este bienio 1992-1993 la superficie sembrada se redujo debido a la drástica disminución del precio internacional –de 75 dólares americanos por 100 libras⁷ cayó a 52– (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:4). Conviene aclarar que si el precio

⁷ 100 libras equivalen a un quintal.

se mantiene arriba de 65 dólares por 100 libras, la decisión de sembrar o no está en función de los márgenes de rentabilidad que busca el productor con otros cultivos. Ante esta situación el gobierno otorgó incentivos al algodonero en 1994 (por medio de Procampo y de Pagos fitosanitarios por hectárea) que, aunados a una inusitada alza en el precio internacional de la fibra (92 dólares por 100 libras), alentaron su cultivo, que registró un alza considerable en la superficie sembrada, pues se elevó a más de 175 mil hectáreas en dicho año (Armendáriz, 1997b:17).

Así, para 1995 se sembraron 294,512 hectáreas y en 1996 se alcanzó la cifra récord para el periodo analizado de 314,776. Los incrementos del precio internacional de la fibra alcanzaron cotizaciones muy altas a principios de 1995 (100 dólares), de ahí que en ese año se previera un buen incremento en la superficie algodonera del noreste, especialmente en Tamaulipas, por sus menores costos de producción (Armendáriz, 1997b:17-21). El incremento se dio en la región norte, especialmente en Sonora.

En 1996 los precios del algodón descendieron por debajo de los 80 dólares, lo cual hizo necesario que tanto el gobierno federal como los estatales otorgaran apoyos importantes a este cultivo, desde aspectos fitosanitarios, precios a futuro, entre otros, que se van ajustando a lo largo del año, según la evolución del precio internacional de la fibra y los resultados que obtenga el cultivo a escala nacional.

Pero no sólo los precios internacionales mostraron grandes variaciones, la demanda nacional de la fibra pasó de 800 mil pacas en 1995 a 1.5 millones de pacas en 1997, y como la demanda creciente de una materia prima ha sido siempre un determinante tanto de agendas de investigación como de estrategias de inversión en los sectores agrícola y forestal de un país (B&D Monitor, 2001:1), el gobierno federal y las autoridades de doce estados de la República desarrollaron, a fines de 1997, un programa orientado a estimular la siembra del cultivo a fin de alcanzar 280 mil hectáreas en 1997, para alcanzar las 400 mil el año 2000. En 1997 se estimaba que el país disponía de 400

mil hectáreas en Sonora, Sinaloa, Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Chiapas y Campeche donde se podría sembrar y producir algodón con alta eficiencia (Armendáriz, 1997a:14-15); sin embargo, la superficie cosechada sólo ascendió a poco más de 207 mil hectáreas en ese año.⁸

En 1998 hubo un repunte en la superficie sembrada respecto del año anterior y se alcanzaron casi 250 mil hectáreas. Pero los precios internacionales de la fibra siguieron a la baja y se incrementaron las importaciones de la industria textil establecida en el país. De ahí que desde fines de 1998 la prensa nacional haya empezado a publicar noticias alarmantes respecto de la baja demanda de fibra de origen nacional y de las dificultades que estaban enfrentando los algodoneros de las diferentes regiones del país para colocar su producción en el mercado (Breach, 1998:35; Colín, 1998:21A; Breach, 1999:64; *La Jornada* "Estados", 1999:52).

Para 1999 la extensión sembrada disminuyó en relación con 1998 en alrededor de 100 mil hectáreas y hubo una caída de 55 por ciento en la producción de pacas de algodón (Armendáriz, 1999c:12-16), toda vez que los agricultores de Sonora, Baja California y Sinaloa encontraron en el maíz de riego menores riesgos y mejores márgenes de ganancia (Armendáriz, 1997a:14-15). A partir de 1999 no había cifras oficiales disponibles al momento de cerrar esta investigación,⁹ pero de acuerdo con la Unión de Productores de Algodón de la República Mexicana, en el 2000¹⁰ sólo se sembraron 74,603 hectáreas (cifra que corresponde con otros estimados).

Dentro del año agrícola, aun cuando se tienen establecidos dos ciclos, primavera-verano y otoño-invierno, las fechas de siembra presentan variaciones, pero es en el primero donde se obtiene el mayor volumen de producción en el país y se siembra en

⁸ El año algodonerero comprende del primero de agosto hasta el 31 de julio del siguiente año, de ahí que el año 1997 esté representado por el ciclo 97/98.

⁹ Segunda mitad de 2001.

¹⁰ Ciclo 2000/2001.

Sonora, Baja California, Chihuahua, La Laguna y Tamaulipas que, en conjunto, aportaron 92.3 por ciento de la producción de algodón hueso en 1999, en tanto que la producción de algodón en el ciclo otoño-invierno es muy reducida, 15.7 por ciento en 1999, y se obtiene principalmente en Sinaloa, Tamaulipas y en pequeñas superficies de Baja California Sur (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:13; Armendáriz, 1997b:17-21).

En cuanto a la distribución por modalidad de cultivo –esto es, la siembra mediante riego y la que requiere de temporal–, conviene destacar que para 1999, la primera representó 87.5 por ciento de la superficie cosechada y 94.7 por ciento del volumen de producción, en tanto que a la segunda modalidad correspondieron 12.5 y 5.3 por ciento, respectivamente. Por otra parte, para ese mismo año, 93 por ciento de la superficie nacional sembrada fue de riego y 7 por ciento de temporal, donde la región más importante del cultivo en la modalidad de temporal fue el sur de Tamaulipas y, precisamente, en el ciclo primavera-verano (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:7).

Así, a un rendimiento promedio nacional de 2.97 toneladas por hectárea que se registró para el año agrícola de 1999, correspondió un rendimiento de 2.95 tons/ha para el ciclo primavera-verano, y de 3.07 para el ciclo otoño-invierno; en tanto que esta misma variable registró 3.2 tons/ha para la modalidad de cultivo por riego y de 1.35 tons/ha en la de temporal. Por otro lado, la producción de algodón se reporta generalmente como algodón hueso; el algodón fibra representa 35 por ciento del total, el algodón semilla 55 por ciento y las mermas 10 por ciento (Armendáriz, 1997b:17-21).

Los rendimientos varían pero, en la mayor parte de las zonas productoras del país, la semilla constituye el pago por el despepite y la fibra es casi el único producto comercializable que reporta ingresos a los productores algodoneros. De la semilla de algodón se obtienen aceites comestibles y de uso industrial, grasas y margarinas vegetales y también pastas para alimentos balanceados; conviene aclarar, sin embargo, que desde 1992 el país importa

grandes volúmenes de estos productos industriales. Respecto a la semilla para siembra, México mantiene una creciente importación desde 1994 (2,155 toneladas en 1994, 6,209 en 1995 y 6,325 en 1996). En 1996 China abasteció 21 por ciento de las importaciones por este concepto (Armendáriz, 1997b:17-21).

En lo referente a costos de producción, durante el año agrícola de 1996 fue la región de La Laguna la que reportó los mayores costos de producción en riego por bombeo (\$13.671/ha) y por gravedad (\$12.235/ha); en tanto que Sonora, en riego por bombeo registró un costo promedio de \$10.012/ha y de \$8.178/ha en gravedad. Por su parte, en Baja California, los costos de producción obtenidos para ese mismo año fueron de \$9.758/ha en la modalidad de riego por bombeo, mientras que en Chiapas se consiguieron costos de \$5,834/ha en temporal y de \$5.063/ha en riego por gravedad. En Tamaulipas, dentro de la modalidad de temporal, fue donde se registró el menor costo promedio de producción en el cultivo del algodón en México (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:15-20).

Un problema importante en el cultivo del algodón y que en años pasados ha desincentivado su producción es el relativo a costos fitosanitarios. El abuso de patrones de cultivo tipo Revolución Verde provocó desequilibrios en las plagas e incrementó sensiblemente los costos fitosanitarios en diferentes regiones del país desalentando la siembra. En algunas zonas agrícolas, sin embargo, la cercana relación de los productores con centros de investigación locales y la labor conjunta en el manejo de plagas, han logrado revertir esta situación. Los productores que más invertían para lograr un control eficiente de las plagas en la segunda mitad de los noventa eran de Sonora Norte, Comarca Lagunera, Sur de Tamaulipas y Sonora Sur; en dichas regiones los costos fitosanitarios llegaron a representar 28, 18, 26 y 20 por ciento, respectivamente (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:16-17).

Como se ha visto, la expansión o disminución del área sembrada en el país ha estado influida no sólo por variaciones en el precio de la fibra, las condiciones de clima y el manejo de plagas

y enfermedades, también influyen la rentabilidad del cultivo y su competitividad con otros cultivos; asimismo, tienen gran influencia los incentivos otorgados por el gobierno (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:7).

Desde antes de la puesta en marcha del programa de fomento en 1997, el cultivo del algodónero ha contado con diferentes apoyos de parte del gobierno federal para aspectos fitosanitarios, cobertura de precios a futuro, asistencia técnica, etcétera, como parte de las líneas de política establecidas para fomentar este importante cultivo ante las contingencias de los precios internacionales a que está sujeto; así, en el bienio 1991-1992 se desplomó el precio internacional del algodón hasta alcanzar 57.7 dólares por 100 libras; volviendo a repuntar hasta 94.3 dólares en 1994 y registrar entre 75 y 77 dólares en 1996 y 1997.

A partir del programa de fomento al algodónero en 1997, los apoyos han incluido además un rubro especial: el apoyo a la utilización de semilla transgénica. En efecto, dicho programa impulsó el uso del algodón Bt,¹¹ pero las variedades ofrecidas por medio del Programa Piloto del Algodón Bollgard de Monsanto sólo eran efectivas en el combate de ciertas plagas. En consecuencia su uso no era efectivo —ni aconsejable— en todas las zonas algodonerías del país y, de hecho, las autoridades de sanidad vegetal han prohibido su utilización en ciertas regiones. Además, este algodón se encontraba en etapas de pruebas piloto. Un producto de este tipo ofrece beneficios, pero también riesgos que deben ser cuidadosamente evaluados, como para ser incluido en etapa piloto en un programa de fomento como el del algodónero en 1997. Resulta evidente que en aquella época no había mayores cuestionamientos, desde sectores más amplios de la sociedad, para este tipo de tecnologías.

¹¹ Al menos hasta diciembre de 1999 el apoyo a semilla transgénica se refería a la semilla con resistencia a insectos exclusivamente.

Distribución geográfica de las plagas por zonas algodonerías (2001)

Plaga	Efectividad del Bt (%) ^a	Planta hospedera alternativa	La Laguna	Tamaulipas	Norte de Chihuahua	Sur de Chihuahua	Sonora	Baja California
Gusano rosado	99	Ninguna	Muy alta	Ninguna	Baja	Media	Media	Media
Gusanos bellotero	90:70 ^c	Maíz, tomate	Alta	Alta	Media	Media	Baja	Baja
Gusano rabacalero	95	Maíz, tomate	Media	Alta	Media	Media	Media	Baja
Gusano cogollero	20 o menos	Muchas	Baja	Alta	Media	Media	Baja	Baja
Picudo del algodonoero	0	Ninguna	Erradicado	Muy alta	Baja	Muy alta	Baja	Ninguna
Mosquita blanca	0	Muchas	Baja	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Muy alta	Muy alta
Conchuela	0	Muchas	Alta	Ninguna	Baja	Baja	Baja	Baja
Adopción de Bt en el 2000	-	-	96%	37%	38%	33%	6%	1%

^a Obtenido de More *et al.*, como fue referido en Nelson.

^b Muy alta: requiere múltiples aplicaciones anuales, fuerte daño potencial a los cultivos; Alta: se requieren alrededor de 2-3 aplicaciones al año, algún daño a los cultivos; Media: se requieren alrededor de 1-2 aplicaciones al año, menor daño a los cultivos; Baja: no es necesario asperjar en el año, algún daño a los cultivos.

^c Efectividad en la etapa de florecimiento.

FUENTE: Traxler *et al.*, 2001:24.

El proceso de evaluación de los posibles riesgos que puede ofrecer una tecnología como la del algodón resistente al ataque de insectos constituye una experiencia muy importante que ha requerido de la movilización de recursos y del establecimiento de normas y procesos de participación sin precedente. Por otro lado, su prematura adopción también plantea cuestiones muy interesantes acerca del control de una tecnología y los actores que participan en el proceso.

Antecedentes del algodón resistente a insectos

El *Bacillus thuringiensis*, también conocido como Bt, es una bacteria que se encuentra en el suelo y se distribuye ampliamente en el mundo; ésta, al esporular, produce cristales proteicos con propiedades insecticidas específicas. Desde su descubrimiento, a principios del siglo XX, hasta el momento, el Bt ha sido objeto de una intensa actividad científica; se han descubierto miles de cepas y cada una posee actividad insecticida específica. Cada cepa produce su propio cristal proteico insecticida o delta-endotoxina (también llamadas proteínas Cry) que es codificada por un gene que se encuentra en un plásmido dentro de la bacteria, lo que la convertía en un candidato ideal para manipular la información genética mediante técnicas de ingeniería genética.

La actividad insecticida del Bt afecta a coleópteros (escarabajos), lepidópteros (mariposas) y dípteros (mosquitos), pero cada cepa es específica a ciertos insectos, y no afecta a otros ni a animales mayores. Así, por ejemplo, la toxina que produce el algodón Bollgard es efectiva contra lepidópteros pero no afecta a todos los lepidópteros, solamente al gusano rosado, al gusano tabacalero y al complejo bellotero, pero no es efectiva contra el picudo del algodónero.

Las proteínas insecticidas del Bt deben ser ingeridas por los insectos ya sea en las bacterias completas o en aislados de la proteína. La proteína ingerida se disuelve y activa en el intestino del insecto paralizándolo, éste deja de comer y muere en un

tiempo que puede variar de horas a días. El modo de acción es diferente de otros insecticidas ampliamente utilizados que matan a los insectos de inmediato, por lo que su utilización en el campo implica algunos cambios en el manejo de los insectos y en su monitoreo, ya sea que el Bt se asperje sobre la planta o que su información genética para producir la delta-endotoxina se introduzca y exprese en una planta transformada genéticamente y dé como resultado una planta con propiedades plaguicidas.

En la segunda mitad de los ochenta, un grupo de investigadores de la Universidad de Gante tuvo la idea de introducir la información genética que codifica para la delta-endotoxina (genes *cry*)¹² en células vegetales. Según Lorence y Quintero, estos experimentos dieron origen a lo que hoy se llama biotecnología agrícola y han tenido un gran desarrollo en todo el mundo. El hecho de que las toxinas Bt fueran inocuas para los organismos no objetivo, influyó en que fueran consideradas como las proteínas de mayor potencialidad comercial al inicio de la biotecnología agrícola. En aquel entonces se sabía que los insecticidas representaban alrededor del 30 por ciento del mercado internacional de agroquímicos (1996:82).

La idea de producir plantas con propiedades plaguicidas no sólo era seductora desde el punto de vista científico, todo parecía apuntar que aquella empresa productora de insecticidas que no entrara en este nuevo campo no podría competir, ya que las plantas plaguicidas, una vez desarrolladas, producen la toxina insecticida sin ningún costo, y sin necesidad de las costosas instalaciones que requieren los plaguicidas químicos o las que se requerirían para producir la misma toxina Bt por métodos convencionales (fermentación).

¹² La clasificación de las toxinas Bt se basa en los insectos contra los que son efectivas y se denominan Cry (por *crystalline*), seguido de un número romano dependiendo del grupo de insectos que combatan (las Cry1 son efectivas contra lepidópteros). Se usa Cry para denotar la proteína insecticida y *cry* para nombrar el gene respectivo (Krattiguer, 1997:6).

Es decir, se reconocía que desarrollar la planta Bt, incluidas las pruebas de campo y las evaluaciones de riesgo, era una tarea compleja, pero que superada esta etapa, las plantas con propiedades plaguicidas podrían ser utilizadas de forma ampliada sin mayores requerimientos, en cuyo caso un “paquete convencional” planta+insecticida siempre tendría un costo mayor que el de una planta con propiedades plaguicidas. Pero estas plantas bioplaguicidas generaron muchos cuestionamientos en torno a sus posibles efectos en el ambiente, la salud y la práctica agrícola, los cuales han rebasado su etapa introductoria y llevado al establecimiento de sistemas de evaluación y monitoreo que hacen más compleja su utilización.

El Bt, a pesar de las diferencias que tiene con otros insecticidas, enfrenta con ellos un problema común: el que los insectos se puedan volver resistentes. La resistencia se desarrolla debido a variaciones genéticas en grandes poblaciones de insectos. Los individuos que sobreviven al insecticida van pasando sus genes a las siguientes generaciones y con el tiempo una proporción cada vez mayor de insectos se vuelve resistente al insecticida (Neppel, 2000:3).

Hay múltiples factores que pueden incrementar la aparición de resistencia, pero algunos de ellos dependen de las características del insecticida: la resistencia se desarrolla más rápidamente en insecticidas que persisten en el ambiente (Neppel, 2000:3). Cabe resaltar que cuando el Bt es asperjado sobre la planta su persistencia es muy baja, ya que la toxina se degrada muy fácilmente; en cambio, en las plantas Bt la toxina persiste a lo largo del ciclo de la planta, esta persistencia del Bt en la planta es lo que puede contribuir a acelerar la aparición de insectos resistentes a este insecticida y es una de las principales razones por las que las plantas Bt han sido consideradas como un riesgo para los agricultores orgánicos, ya que los insectos se podrían volver resistentes más rápidamente y harían inefectivo su uso.

En consecuencia, la ventaja económica de que la toxina esté presente a lo largo de todo el ciclo de cultivo –al ahorrar aplicaciones– trae asociada una desventaja desde el punto de vista del

manejo, ya que se requiere un manejo especial para que los insectos resistentes no se desarrollen de manera rápida. Es un hecho reconocido que la aparición de insectos resistentes sólo es cuestión de tiempo.

Aunque existen diferentes estrategias para manejar o retrasar la aparición de insectos resistentes, la que se utiliza para plantas Bt es el establecimiento de refugios. Esta estrategia consiste en establecer áreas plantadas con semilla convencional en las áreas plantadas con el cultivo transgénico, con el fin de contar con plantas donde se puedan refugiar poblaciones de insectos susceptibles a la toxina. Éstos, al aparearse con los pocos resistentes que sobrevivan en el área plantada con el cultivo Bt diluirían la resistencia en las siguientes generaciones.¹³

Una estrategia así requiere de una adecuada aplicación. En el caso del algodón Bollgard en el país, el productor (es decir, el licenciatario de la tecnología) “conviene en instrumentar a su costa” uno de los dos programas de manejo de resistencia que han sido aprobados por las autoridades sanitarias:

Por cada 40 hectáreas sembradas con semilla de algodón que contenga el gen Bollgard:

- Sembrar 10 hectáreas con variedades convencionales de algodón y tratarlas con insecticidas foliares que no contengan la toxina Bt para controlar el gusano rosado y el complejo bellotero, o
- sembrar 1.6 hectáreas con variedades convencionales de algodón y no tratarlas con insecticidas específicos que controlen el complejo de gusano bellotero y al gusano rosado.

Más allá del convenio establecido con Monsanto, la estrategia requiere de la capacidad de procesamiento del actor en todos los niveles, de monitoreo y de una organización compleja. A con-

¹³ El éxito de la estrategia de refugios depende de cuatro condiciones: que la resistencia sea un carácter recesivo, que el apareamiento ocurra al azar, que los insectos adultos puedan viajar entre las plantas tóxicas y el área de refugio y que no haya acción insecticida en el refugio (Neppl, 2000:5).

tinuación se revisa con mayor detalle la implementación del programa piloto del algodón Bollgard en diferentes regiones del país, los actores involucrados, los factores que han sido importantes en su adopción y se hace un acercamiento de los efectos reguladores de la propiedad intelectual y de la bioseguridad en el acceso de los productores a la tecnología del algodón transgénico.

Red del algodón resistente a insectos

Para su introducción a nivel piloto en algunas zonas algodoneras de México, ha sido necesaria la participación e interacción de diferentes actores que desarrollen actividades sin precedente en el país, como es el caso de la implantación de medidas de bioseguridad y del análisis y evaluación de los efectos que puede representar la utilización ampliada de un producto complejo como éste: efectos en el ambiente, en la salud de la población, en la práctica agrícola, la economía y en la sociedad, entre otros.

Un proceso de esta naturaleza ha generado mucho conocimiento científico y técnico en diferentes campos, conocimiento que ha sido analizado y evaluado de manera rigurosa por parte de distintas dependencias gubernamentales asesoradas por comités académicos de muy alto nivel. Pero evaluar los riesgos en sus diferentes dimensiones es un proceso que conlleva juicios de valor y, en consecuencia, requiere de la amplia participación de los diferentes actores que pueden verse afectados positiva o negativamente por esta tecnología.¹⁴

¹⁴ Según Stirling, los diferentes grupos culturales, partidos políticos o grupos de interés económico, típicamente le asignan distintos grados de importancia a los diferentes aspectos del riesgo tecnológico. Dentro de los límites definidos por el dominio del discurso social plural, ningún conjunto de valores puede ser establecido como más racional o bien informado que otro. Incluso si hubiera una completa certidumbre en la cuantificación de todas las diferentes clases y dimensiones del riesgo, es enteramente razonable que pueda llegarse a conclusiones fundamentalmente diferentes acerca de riesgo tecnológico al aplicar perspectivas distintas pero igualmente válidas (1999:9-12).

Como se verá a continuación, el caso del algodón resistente al ataque de insectos es muy ilustrativo también de lo que se señala en el anteproyecto de norma para la liberación piloto y comercial de OGM, relativo a que los efectos derivados de su liberación dependen de la característica introducida, de la biología del organismo en cuestión y de las condiciones ambientales productivas y culturales del sitio en el cual se pretenda introducir,¹⁵ como también de lo señalado por diferentes analistas de los impactos socioeconómicos de la biotecnología en México, acerca de que dichos efectos varían en el tiempo y, en consecuencia, la necesidad de reevaluarlos periódicamente (Casas y Chauvet, 1994; Chauvet, 1999).

Los actores

Al igual que en el caso de la papa, se siguió un enfoque nominalista para establecer el conjunto de actores que conforman la red de la utilización a nivel piloto del algodón resistente al ataque de insectos desarrollado por Monsanto. Para este caso se partió de los actores que han participado en las diferentes actividades necesarias para que el algodón sea utilizado en forma ampliada en el país, con énfasis en las relacionadas con el uso seguro de este producto. Para la definición de actividades se partió de las establecidas en los certificados fitosanitarios de liberación al ambiente y de las señaladas en el contrato de licencia que firman quienes desean sembrar el algodón resistente al ataque de insectos.

La afiliación de los diferentes actores a estas actividades fue validada con entrevistas semi-estructuradas al inicio de la investigación y con la revisión de la literatura disponible a lo largo de la misma, especialmente reseñas de evaluaciones del algodón en revistas agronómicas, así como la realización de entrevistas más estructuradas al final de la investigación, como también la consulta hemerográfica y de revistas de divulgación científica.

¹⁵ Se refiere a lo asentado en la primera página del anteproyecto de norma NOM-FITO-2000.

Los actores incluidos forman parte de instituciones privadas, gubernamentales y sociales; en su caso, se asientan los nombres de las instituciones a nivel genérico, así DGSVReg se refiere a las diferentes delegaciones de sanidad vegetal en cada una de las regiones estudiadas. Por otro lado, cuando se habla de productores y/o asociaciones en participación de productores que han sembrado productos transgénicos (ProdAsocTrans), aunque cada grupo aparezca como un nodo, en realidad cada nodo engloba al conjunto de productores y/o asociaciones que han venido sembrando este producto en mayor escala en las regiones del país, desde 1995.

También se representó a los productores y/o asociaciones en participación de productores que no han sembrado el transgénico (ProdAsocNoTrans). En este caso se trata de una designación a escala genérica que se incluyó para mostrar que, aun cuando estos actores no hayan sembrado el cultivo transgénico, hay actividades que los involucran, tales como: la búsqueda del transgén y su monitoreo.

En la segunda etapa surgen nuevos actores: CibioGem y CCB. La CibioGem coordina las políticas de la administración pública federal relativas a la bioseguridad y a la producción, importación, exportación, movilización, propagación, liberación, consumo y, en general, uso y aprovechamiento de los OGM, sus productos y subproductos. El CCB, por su parte, debe ser consultado de manera obligatoria por la CibioGem y entre otras atribuciones emite opinión sobre aspectos técnicos y científicos de las consultas que realice. De particular importancia para este caso es que el CCB recomienda a la CibioGem que las dependencias competentes realicen los análisis de riesgo de los OGM, sus productos y subproductos que se pretendan liberar al ambiente o para consumo humano o animal; así como las medidas de bioseguridad necesarias para mitigar posibles riesgos derivados de la utilización ampliada, movilización, liberación al ambiente experimental, semi-comercial y comercial, y la realización de los estudios que sean necesarios para la toma de decisiones (Villalobos, 2000:8-16).

Asimismo, desde la segunda etapa aparecen –a nivel genérico– el Público y las ONG, y de manera explícita en el anteproyecto de norma –para la liberación de OGM a escala semi-comercial y comercial– con que da inicio la tercera etapa, se asienta la posibilidad de participación de ambos tipos de actores en algunas actividades. Lo anterior ya fue resultado de la apertura, desde la segunda etapa, a una mayor participación del Público y de las ONG en el proceso de evaluación de los transgénicos, lo cual es muy interesante, ya que en la primera etapa estos actores podían influir a nivel ambiente de la red, y en la tercera ya pasan a formar parte de la red de afiliación.

Las actividades no se realizan para garantizar el uso seguro de cualquier otra tecnología, son para OGM solamente. Al igual que en el capítulo de papa, estas matrices pueden dar lugar a matrices de actores de enlaces posibles y después de comprobar los enlaces, entre ellos, a matrices de enlaces reales.

Para este caso en particular, se puso énfasis en las matrices de afiliación, ya que sirven para mostrar, gráficamente, la cantidad de actividades y complejidad de interacciones asociadas al uso seguro de la biotecnología. Se pensaba que la mayor parte de tales actividades serían temporales y que, una vez obtenidos los datos necesarios para la evaluación comercial, el cultivo podría ser liberado y sólo se requeriría notificar que estaba siendo utilizado y, en su caso, había que monitorerlo.

Éste fue un aspecto muy controvertido en el proceso de discusión del anteproyecto de norma NOM-FITO-2000. Así, mientras la versión inicial de Sagarpa planteaba liberar a escala comercial en todo el país, la versión conjunta de dicho anteproyecto entre Sagarpa y Semarnat establecía que la liberación comercial no podría hacerse en áreas protegidas; las observaciones de GreenPeace por su parte proponían que la liberación comercial se realizara sólo en áreas con similares características que aquellas donde se realizara la liberación experimental y piloto. Cada una de estas propuestas implicaba diferentes efectos tanto a nivel ambiente como en la práctica agrícola, pero muy especialmente

en términos de la complejidad institucional necesaria para su implantación.

Etapas del proyecto

La utilización a nivel piloto del algodón en el país inicia en 1995, cuando se solicita el primer permiso para evaluar en campo el producto, y termina con la aparición del anteproyecto de norma para la liberación semicomercial y comercial de OGM, en la primera mitad de 2001. Al igual que en el caso de la papa, se ha tratado de un periodo de gran dinamismo, en el cual se pueden distinguir etapas diferentes. En éste las etapas fueron definidas con base en cambios importantes en aspectos reguladores a escala nacional que marcaban la realización de nuevas actividades y/o la inclusión de nuevos actores relevantes para el uso seguro de la biotecnología.

Primera etapa: desde la primera solicitud para hacer un ensayo con algodón resistente al ataque de insectos, en julio de 1995, hasta el 4 de noviembre de 1999. Al día siguiente de esta fecha se crean la CibioGem y el CCB y, al menos en el decreto, las reglas del juego cambian en lo relacionado con bioseguridad.

Segunda etapa: la creación de la CibioGem y el CCB en 1999 reconocen la necesidad de coordinación horizontal entre las diferentes dependencias gubernamentales involucradas en el uso seguro de la biotecnología en el ambiente y sienta las bases para hacerlo. La efervescencia política que se vivía en el país en aquel entonces y la cercanía a un cambio sexenal que siempre había implicado la movilización de mandos altos y medios, provocó que muchos de los cambios propuestos no se instrumentaran. Esta situación persistía a la fecha del cierre de esta investigación, pero se consideró importante distinguir este hecho, por las necesidades de coordinación institucional que planteaba en la materia.

Tercera etapa: se inicia con la discusión pública del anteproyecto de norma oficial mexicana, que establece, entre otros, los

requisitos para la liberación semi-comercial y comercial de OGM. Se consideró conveniente distinguir esta etapa porque aun y cuando el anteproyecto siga en discusión, involucra la participación de nuevos actores no sólo en el proceso de discusión de la norma sino su inclusión –al igual que de algunas actividades por ellos propuestas– en el proceso de análisis y evaluación de riesgos para liberar al ambiente OGM en mayor escala, todo esto como resultado de las presiones ejercidas por diversos grupos sociales para ampliar la base de participación social en torno al uso seguro de la agrobiotecnología.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las etapas de la utilización a nivel piloto del algodón resistente al ataque de insectos desarrollado por el complejo Monsanto. En cada etapa se consideró el ambiente en que estaba inmersa la red de interacciones y su influencia en la acción individual. En la tabla se presentan de manera esquemática las principales diferencias en cada una de las etapas en materia de regulación.

Diferencias en las regulaciones en las etapas consideradas

Normas o procedimientos de bioseguridad	Nivel de pruebas	Dependencia responsable de evaluar solicitudes	Consulta pública
PRIMERA Y SEGUNDA ETAPAS			
056-FITO-1995	Experimental	Sagar	No
056-FITO-1995 + Medidas adicionales de bioseguridad	Piloto	Sagar	No
TERCERA ETAPA			
FITO 2000	Piloto y comercial	Sagarpa	Público ONG
FITO ECO 2000	Piloto y comercial	Sagarpa/ Semarnat	Otros actores

Primera etapa

Durante la primera etapa del proyecto –y de acuerdo con la información publicada por DGSV– se aprobó la realización de veintitrés ensayos con algodón transgénico en diferentes zonas del país. La DGSV considera que en las zonas aprobadas no hay riesgo de flujo genético a parientes silvestres del algodón. De los ensayos realizados, veinte solicitudes fueron para variedades desarrolladas por Monsanto Comercial aunque dos de ellas –la primera y la cuarta– fueron solicitadas por la empresa de un productor agrícola. Las otras tres solicitudes fueron hechas por Rhone-Poulenc e implican ensayos experimentales de alrededor de una hectárea con variedades de algodón resistente a un herbicida.¹⁶

De los veinte ensayos realizados con variedades desarrolladas por Monsanto, nueve corresponden al denominado Programa Piloto del Algodón Bollgard, que resiste el ataque de algunos lepidópteros y ha mostrado especial efectividad contra el gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* S) y el complejo bellotero (*Heliothis zea* B. y *Helicoverpa virescens* F). Este algodón fue sembrado en cientos y miles de hectáreas en diferentes regiones del país durante varios años. Su comportamiento en campo ha sido evaluado con mucho detalle en revistas agronómicas nacionales, así como en algunas publicaciones internacionales, y constituye un valioso insumo para esta investigación, que trata de estudiar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a esta tecnología, y pone énfasis en la complejidad institucional asociada a la utilización ampliada de variedades transgénicas.

a) El ambiente en la primera etapa

Para 1995 estaban en marcha diferentes esfuerzos internacionales para regular la biotecnología. Dichos esfuerzos –derivados de iniciativas como la Convención sobre Diversidad Biológica y la

¹⁶ Sagar.

Agenda 21 o como resultado de acciones independientes— se enfocaban en modelos basados en ciencia para la toma de decisiones sobre aspectos reguladores, que facilitarían la convergencia internacional de procedimientos de vigilancia. En esas fechas también empezaron a surgir iniciativas internacionales que ponían mayor atención en las capacidades de los países de menos desarrollo para implantar tales regulaciones.

Tal fue el caso de BINAS,¹⁷ interesado en reforzar la capacidad institucional en evaluación de riesgos en biotecnología y proveer a las autoridades nacionales, a los investigadores y a la industria con herramientas que facilitarían decisiones adecuadas sobre la seguridad de experimentos y productos (BINAS, 1995a:1). El IICA hacía poco tiempo que había realizado un taller latinoamericano para diseñar un marco de políticas común para los países del Pacto Andino, cuyas recomendaciones incluían el uso de la legislación existente para la regulación en bioseguridad, la utilización del enfoque de caso por caso, el uso de criterios científicos y la creación de comités científicos nacionales e internacionales para la evaluación de riesgos; asimismo, el IICA recomendaba la adopción de modelos vigentes en países como Argentina y Chile.¹⁸

La industria de semillas, por su parte, como uno de los actores más importantes para hacer llegar los cultivos a los productores había empezado a reestructurarse desde los ochenta, cuando empezó a ser objeto de un gran número de transacciones por parte de grandes empresas de agroquímicos y farmacéuticos con fuertes intereses en biotecnología. Durante esta primera etapa las principales empresas semilleras en el mundo fueron adquiridas por grandes complejos formados alrededor del concepto de ciencias de la vida, que intentaban combinar el desarrollo, producción y comercialización de semillas, agroquímicos y productos farmacéuticos en aras de sinergias resultantes de aplicar la

¹⁷ Se trata de una red de información del ICGEB.

¹⁸ La primera prueba a nivel experimental en América Latina con cultivos transgénicos se realizó en Chile en 1987 (James and Krattiger, 1996:19).

biotecnología moderna, las cuales les proporcionaban ventajas competitivas (Bijman, 1999:14-19).

Según James, esta tendencia era impulsada por las inversiones a largo plazo que requería la investigación en biotecnología, por demás necesaria para asegurar competitividad, y porque la competencia en mercados globales requería de una estructura de comercialización internacional (James, 2000:27-28). Al finalizar esta primera etapa se pensaba que la tendencia continuaría y serían unas cuantas empresas las que dominarían el mercado internacional de semillas, agroquímicos y productos farmacéuticos (Kalaitzandonakes y Bjorson, 1997; Shimoda, 1997 y Bijman, 1999:14-19).

Los cultivos transgénicos, por su parte, después de largos programas de I&D, así como de rigurosas pruebas para evaluar su comportamiento en campo a nivel experimental empezaban a ser comercializados.¹⁹ Durante 1995 y 1996 a escala mundial fueron aprobados treinta y cinco cultivos para ser producidos comercialmente. El 80 por ciento de las aprobaciones se habían hecho en Estados Unidos y Canadá, y el resto en China, Australia y Latinoamérica; cabe señalar que de esos 35 cultivos sólo uno había sido aprobado en los países de la UE.

Aunque desde el principio los diferentes cultivos presentaron resultados variables,²⁰ en poco tiempo algunos de ellos alcanzaron niveles de adopción espectaculares en esta primera etapa. Así, de 1.7 millones de hectáreas sembradas en 1996, se pasó a 39.9 millones de hectáreas en 1999; 72 por ciento de éstas fue sembrado en Estados Unidos, 17 por ciento en Argentina y 10 por ciento en Canadá, el 1 por ciento restante se distribuyó entre China y otros 8 países, incluyendo México (James, 2000:6 y 14).

¹⁹ Desde principios de los noventa se empezó a cultivar tabaco transgénico a nivel comercial en China; en Estados Unidos, por su parte, se acababa de desregular el primer producto transgénico para ser utilizado como alimento: el tomate de madurez retardada (James y Krattiger, 1996:26-30).

²⁰ Baja aceptación del tomate de madurez retardada, el cual fue retirado del mercado al poco tiempo y resultados poco contundentes en el caso del algodón resistente al ataque de insectos en Mississippi, en 1996.

Pero al igual que se incrementó el área de cultivos en el mundo durante esta primera etapa, también fue creciendo una fuerte oposición a los mismos, especialmente en países de la UE.

En efecto, desde 1995 el clima para desarrollar y utilizar la biotecnología en Europa no era muy propicio, en aquel entonces se consideraba que las restricciones constituían la principal traba para que las empresas invirtieran en biotecnología en la UE, pero también la percepción pública negativa hacia la biotecnología empezaba a ser considerada como un factor importante para explicar el porqué las empresas europeas estaban invirtiendo fuertemente en países fuera de Europa, principalmente Estados Unidos y Japón (BINAS, 1995b:10).

Por otro lado, las negociaciones en el marco de la CDB habían logrado, no sin fuertes presiones, integrar disposiciones internacionales legalmente vinculantes para la transferencia, el manejo y uso de OGM: fue precisamente en 1995 que se iniciaron las diferentes conferencias de las partes y reuniones de expertos para la elaboración de un protocolo internacional en bioseguridad. Este proceso no ha sido sencillo y desde sus inicios tuvo una participación creciente de ONG a escala internacional. Los argumentos esgrimidos por las ONG, al principio criticados y desacreditados incluso por las propias agencias del sistema de Naciones Unidas (BINAS, 1995c:1-3), fueron integrando argumentos más sólidos y de mayor calidad.

En febrero de 1999, con motivo de la fallida firma del protocolo en Cartagena, algunas ONG se manifestaron en dicho lugar e hicieron oír sus argumentos: especialmente en países de menos desarrollo como México estos acontecimientos tuvieron una buena cobertura por diferentes medios de comunicación. En efecto, fue durante esta reunión para la firma del protocolo en Cartagena que GreenPeace México lanzó su campaña en contra del maíz transgénico, previa contratación algunos meses antes de personal con mayor capacidad de argumentación técnica en aspectos de bioseguridad.

En resumen, el ambiente internacional durante esta primera etapa fue de un gran dinamismo, en ese entonces se fue consolidando la participación de nuevos actores tales como las ONG. Asimismo, surgieron posiciones muy polarizadas que han dado como resultado fuertes presiones para regular de manera más estricta a los OGM. Ésta no era una situación prevista por las empresas biotecnológicas, ya que una innovación percibida como riesgosa podía esperarse que fuera sometida a rigurosos procesos de evaluación previos a su utilización comercial; pero una vez aprobada, era igualmente de esperarse que los procedimientos reguladores fueran menos estrictos, so pena de inhibir su difusión.

Respecto del ambiente nacional, es importante resaltar que los cultivos capturaron el interés de productores en las zonas agrícolas más desarrolladas del país desde finales de los ochenta. La bioseguridad era objeto de preocupación de los funcionarios responsables de aplicar las medidas establecidas, así como de algunos académicos, pero no se percibía en la opinión pública ningún resquemor, ni tampoco había mayor interés de parte de las ONG. Por otro lado, aunque se aplicaban medidas estrictas desde que se evaluó el primer cultivo en 1988, al inicio de la primera etapa no habían sido formalizadas aún en una norma; un año después se aprobó una norma para la liberación experimental de cultivos transgénicos, que para el caso del algodón fue insuficiente y se requirió la aplicación de medidas adicionales.

Por otro lado, la reciente firma del TLC planteaba buenas expectativas de crecimiento para la industria textil mexicana, cuya demanda de algodón ascendía a cantidades muy superiores a la producción nacional; en consecuencia, las autoridades federales y estatales agrícolas mexicanas establecieron programas para fortalecer la producción primaria de la cadena productiva del algodónero.²¹ Los apoyos directos otorgados a los productores para el pago de derechos de semilla de algodón transgénico, com-

²¹ Tradicionalmente la participación de asociaciones de algodóneros promoviendo el establecimiento de programas de fomento y el otorgamiento de subsidios y apoyos a esta actividad ha desempeñado un papel muy importante.

binados con asistencia técnica para pequeños productores y la puesta en marcha de un efectivo programa para el manejo integrado de plagas fueron clave para una rápida adopción de este cultivo en la zona norte del país (Traxler *et al.*, 2001:18-19). De fundamental importancia también fue la estrategia seguida en estos programas de dirigirse en principio a aquellos productores y empresarios con experiencia en la actividad algodoneira (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:45).

b) Actores y actividades en la primera etapa

La primera autorización de siembra del algodón Bt en el país se otorgó en 1995 a la empresa Malvinas, S.A. de C.V., propiedad de un destacado empresario agrícola en la región;²² aunque éste obtuvo una segunda autorización durante 1996, las solicitudes restantes han sido realizadas por la empresa Monsanto Comercial. Si bien no se ha tenido acceso a las condiciones que las autoridades sanitarias exigieron al señor Buford Andersen, al poco tiempo hubo un cambio de estrategia de la empresa, ya que decidió hacerse cargo de la realización de solicitudes ante el gobierno mexicano por considerarlo su deber moral (Gálvez y González, 1998:35).

Este cambio de estrategia de Monsanto fue previo a la aprobación de la norma para la liberación en campo de productos transgénicos.²³ En la difusión de innovaciones las decisiones de adopción a menudo involucran algún riesgo, se trata de decisiones hechas bajo incertidumbre. Riesgo e incertidumbre fuerzan a los individuos a ver a sus pares para ganar más información y reasegurarse acerca de sus decisiones de adopción (Valente, 1995:6); de ahí que una estrategia utilizada comúnmente en la adopción de innovaciones agrícolas sea promoverlas entre produc-

²² Se refiere al señor James Buford Andersen, originario de Estados Unidos y radicado en el sur de Tamaulipas desde 1965, quien desde esa fecha siembra algodón alternándolo con frutas y hortalizas de exportación.

²³ La Norma Oficial Mexicana NOM-056-FITO-1995 fue publicada en julio de 1996.

tores con experiencia y reconocimiento en la región, como es el caso del señor Andersen.²⁴ Sin embargo, la adopción de un producto como el algodón transgénico evidentemente podía ofrecer riesgos adicionales que estaban requiriendo trámites y cuidados especiales sobre los que no había experiencia en el país —debe recordarse que las medidas que incluía la norma para la liberación en campo a nivel experimental de plantas transgénicas se venían aplicando desde hacía tiempo por las autoridades de sanidad vegetal; pero no había experiencia en liberaciones piloto.

Monsanto era en aquel entonces la empresa con más experiencia reguladora en el mundo. Además, a escala nacional había hecho consultas con las autoridades desde 1989 y en contacto con la Sagar y la Secretaría de Salud desde 1993, principalmente para describir los productos y entender los aspectos de las evaluaciones realizadas a los productos aprobados para importación y siembra (Gálvez y González, 1998:64). En ese sentido, dejar los trámites, las evaluaciones y negociaciones de uno de los productos más complejos de evaluar —como los que poseen propiedades plaguicidas— a cargo de empresas de menor envergadura como la del señor Buford Andersen, hubiera sido un error desde el punto de vista de la difusión de innovaciones, ya que no sólo tendrían menor poder de negociación y oportunidades de obtener un permiso para un producto en particular, sino que los requerimientos de recursos y coordinación en materia de bioseguridad de un programa piloto eran difíciles de cubrir por actores de menor peso que Monsanto.

Además, con el programa piloto del algodón Bollgard, Monsanto inició un monitoreo combinado de aspectos de bioseguridad y de propiedad intelectual que implicaban, entre otras cosas, la búsqueda del transgén en áreas donde existiera sospecha de infracción,²⁵ lo que incluía automáticamente a product-

²⁴ Este productor estableció compromisos con Delta & Pine Land Internacional y con Monsanto para realizar ensayos e identificar las mejores variedades para la región, ya que una de las líneas de negocio de su empresa es la venta de semillas (*Agrosíntesis*, 1997c:8-13).

²⁵ Las posibilidades de contaminación genética a campos vecinos no era una preocupación en aquella época, al menos para los encargados de su vigilancia.

res que no estaban sembrando el transgénico. Una tarea de este tipo difícilmente podría descansar en empresarios que eran vistos como “pares”; requería de un actor fuerte; en ese sentido, aunque la presencia de Monsanto en estas actividades despertara opiniones encontradas de índole diversa, todas coincidían en que se trataba de un actor fuerte.

De igual suerte, el monitoreo combinado de aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad requería de recursos, así como de una organización, que rebasaban a una empresa pequeña o mediana, algo que debe tomarse en cuenta para la evaluación y eventual difusión de innovaciones generadas por actores locales, especialmente centros de investigación y/o empresas de menor envergadura que complejos como Monsanto. En la figura 9 se puede apreciar el peso de Monsanto en la realización de actividades de bioseguridad.

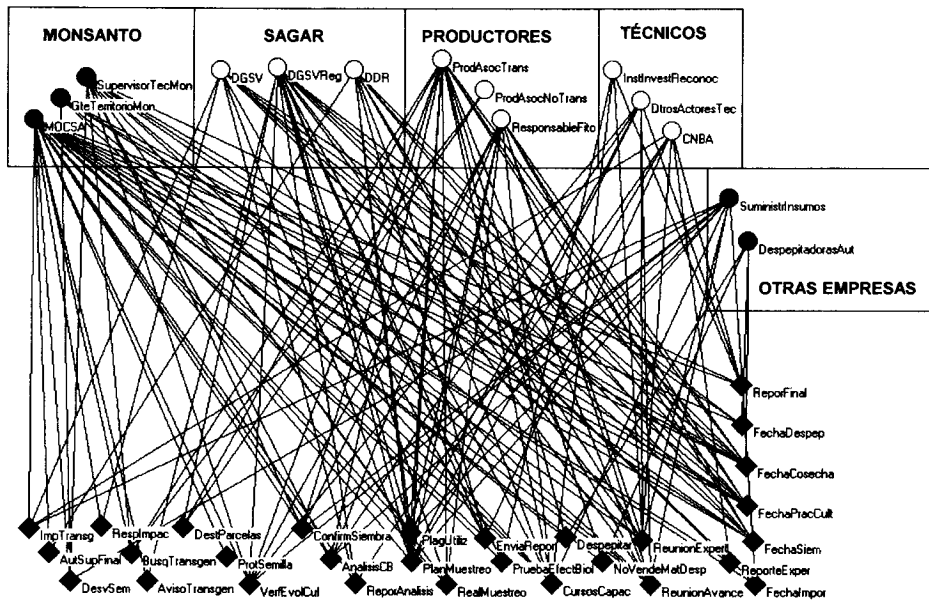
*Medidas adicionales de seguridad para liberación
de material transgénico*

Abreviaturas	Actividad
1. ImpTransg	Importar semilla transgénica
2. AutSupFinal	Autorización final de la superficie a sembrar
3. DesvSem	Evitar desviación de semilla fuera de la superficie autorizada
4. RespImpac	Asumir responsabilidad financiera y legal de impacto al ambiente, por desviación de uso
5. BusqTransgen	Realizar búsqueda del transgén durante los tres años posteriores a la siembra
6. AvisoTransgen	Avisar a DGSV para destrucción de cultivo, aunque no haya desviación de uso
7. DestParcelas	Destruir parcelas no autorizadas
8. ProtSemilla	Protección para evitar la pérdida de semilla durante el transporte
9. VerfEvolCul	Verificar la evolución del cultivo durante el ciclo agrícola
10. ConfirmSiembra	Confirmar siembra de semilla solicitada por productor
11. Análisis CB	Realizar un análisis costo-beneficio al término del ciclo agrícola

*Medidas adicionales de seguridad para liberación
de material transgénico (continúa)*

Abreviaturas	Actividad
12. ReporAnálisis	Turnar el reporte del análisis costo-beneficio
13. PlagUtiliz	Especificar los plaguicidas a utilizar, incluyendo refugios
14. PlanMuestreo	Detallar el Plan de Muestreo, para detectar resistencia
15. RealMuestreo	Realizar el muestro de resistencia
16. EnviaRepor	Enviar el reporte correspondiente
17. PruebaEfectBiol	Establecer una prueba de efectividad biológica
18. CursosCapac	Realizar cursos de capacitación a todo el personal involucrado
19. Despepitar	Despepitar material transgénico
20. NoVendeMatDesp	Garantizar que no venderán material despepitado
21. ReuniónAvance	Realizar reuniones mensuales para analizar avance y problemática
22. ReuniónExpert	Realizar una Reunión de Expertos para analizar información, diagnosticar impacto e identificar beneficios
23. ReportExpert	Turnar el reporte de la Reunión de Expertos
24. FechaImpor	Informar con 10 días hábiles de anticipación la fecha de importación
25. FechaSiem	Informar con 10 días hábiles de anticipación la fecha de siembra
26. FechaPracCult	Informar con 10 días hábiles de anticipación la fecha de prácticas culturales para el manejo del cultivo
27. FechaCosecha	Informar con 10 días hábiles de anticipación la fecha de cosecha
28. FechaDespep	Informar con 10 días hábiles de anticipación la fecha de despepite
29. ReporFinal	Presentar Reporte Final del Programa (en forma de artículo científico)

Figura 9.
Gráfica bipartita de los actores afiliados a medidas adicionales de bioseguridad



FUENTE: Matriz de afiliación a medidas de bioseguridad, graficada con Pajek.

El papel de empresarios agrícolas como el señor Buford Andersen, por su parte, sería de gran importancia para “el contagio” del algodón transgénico en el país. En la difusión de innovaciones el contagio se refiere a cómo los individuos monitorean a otros e imitan su comportamiento para adoptar o no innovaciones.²⁶ Aun cuando Buford Andersen todavía obtuvo una segunda autorización para sembrar el algodón Bollgard en junio de 1996, unos días antes Monsanto Comercial había obtenido la autorización para sembrar 10 mil hectáreas de este producto en Tamaulipas. Con este evento dio inicio el programa piloto del algodón Bollgard en el sur de Tamaulipas. La superficie sembrada sin embargo fue considerablemente menor.²⁷ Lo anterior pudo deberse a que se preveían problemas de agua para la temporada²⁸ –pero también a que el precio internacional del algodón traía una clara tendencia a la baja desde el año anterior.²⁹ La superficie sembrada en 1996 en el sur de Tamaulipas, tanto con algodón transgénico como con algodón convencional, fue del orden de 2.500 hectáreas –el transgénico del programa piloto Bollgard, incluyó 896.75 hectáreas, lo que representó 36 por ciento del total (González-Nieves, 1997:13).

Es importante tener en mente el porcentaje anterior porque el máximo que recomienda la DGSV a nivel de valle o región es

²⁶ El contagio es el proceso social de cómo los individuos forman opiniones y eventualmente adoptan o no una innovación. Entonces es la lente a través de la cual los individuos monitorean el comportamiento de otros y esto conduce a influencias en el comportamiento de la adopción. El contagio puede ocurrir vía cohesión (enlaces directos), por equivalencia estructural (proximidad social), popularidad (centralidad) o puede darse a nivel sistema (Valente, 1995:11-15).

²⁷ En los datos de ensayos de productos transgénicos de DGSV se reportan 400 hectáreas, mientras que los obtenidos por *Agrosíntesis* se reportaron 896.75 hectáreas (véase González-Nieves, 1997:11).

²⁸ Según el señor Zambrano, otro de los agricultores del programa Bollgard, “esa temporada no llovió, lo que hizo que muchos agricultores cancelaran sus planes” (*Agrosíntesis*, 1997b:22).

²⁹ El cultivo nacional del algodón es muy susceptible a las variaciones en el precio internacional, como ya se señaló.

de 40 por ciento.³⁰ Los investigadores que tenían a su cargo las evaluaciones del algodón transgénico en el sur de Tamaulipas (INIFAP) sostenían que era un porcentaje que debía respetarse. Su filosofía no era erradicar las plagas sino manejarlas.³¹ En el caso de la Comarca Lagunera los investigadores de INIFAP³² creían que era importante erradicar las plagas (en ese caso el gusano rosado). Para el año 2000, como se verá posteriormente, el porcentaje de algodón transgénico en la Comarca Lagunera alcanzó 96 por ciento del total, desafiando claramente la recomendación internacional y la de DGSV.

Lo anterior es importante no sólo porque involucra diferencias en puntos de vista de los actores locales (que son los que tienen el manejo operativo de los aspectos de bioseguridad) frente a las disposiciones de DGSV a escala federal, sino porque pone de manifiesto que también entre actores de alta calificación técnica existen diferencias en cuanto a la percepción del riesgo, que no sólo dependen de la perspectiva técnica adoptada, también influyen los sentimientos e intereses de los actores involucrados.³³ Pero también es importante considerar que los posibles riesgos derivados de la liberación al ambiente tienen múltiples dimensiones y cualquier norma o guía reguladora descansará en la interpretación, más que en la adopción estricta de tales principios,

³⁰ Es un porcentaje que se recomienda a escala internacional.

³¹ Durante 1997 y 1998 el M.C. Ernesto Salgado –quien era responsable de los programas de evaluación del algodón Bollgard en el campo experimental de INIFAP en el sur de Tamaulipas– realizó varias declaraciones, recogidas por la revista *Agrosíntesis*: en noviembre de 1998 sostuve una entrevista con él en Tamaulipas y fue muy enfático respecto de la necesidad de controlar las plagas en lugar de erradicarlas y, en consecuencia, de la importancia de respetar el porcentaje establecido para siembra del transgénico en una región determinada.

³² El doctor Salvador Godoy, responsable del programa de investigación del algodón en el campo experimental de INIFAP en La Laguna, con quien me entrevisté en junio de 1998, manifestó su desacuerdo en sembrar sólo 40 por ciento de algodón transgénico en una zona agrícola, ya que estaba convencido de que a mayores porcentajes se incrementaba la posibilidad de erradicar totalmente a plagas como el gusano rosado, de gran importancia en dicha zona.

³³ Aerni, 2001b:5-8.

en un continuo entre ciencia y precaución, y además siempre tendrá que ser confrontada con las limitaciones en recursos humanos técnicos y económicos disponibles (Stirling, 1999:9-13).

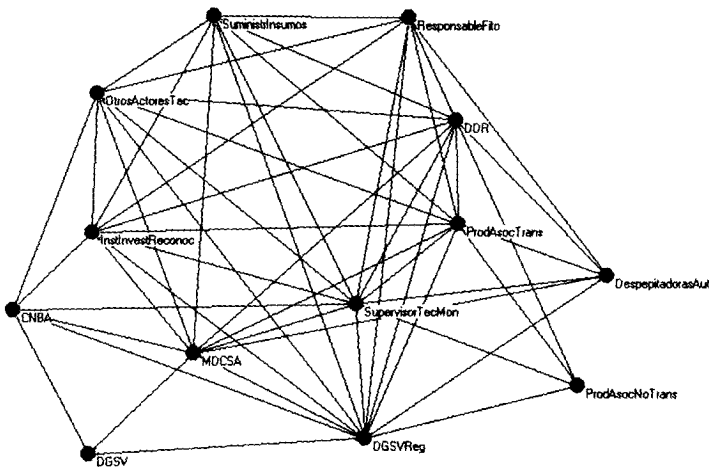
Lo señalado cobra mayor sentido cuando se observa la red de actores que participan en las medidas adicionales de bioseguridad y la importancia de actores locales, a saber: DGSVReg, y sus asesores técnicos naturales, los institutos de investigación locales (InstInvestReconoc), con presencia y reconocimiento entre los productores y/o asociaciones de productores locales que financian sus programas de investigación, los responsables fitosanitarios contratados por productores y/o por asociaciones de productores, que en muchas ocasiones eran también personal técnico de la DGSVReg,³⁴ los técnicos de los DDR (ver figura 10). Todos estos actores han tenido gran peso en la toma de decisiones cotidianas en relación con el uso seguro del algodón transgénico, pero la perspectiva de los actores científicos y técnicos locales (InstInvestReconoc) ha tenido una influencia importante en la toma de decisiones, como se señaló en párrafos anteriores en cuanto a las diferencias en el porcentaje sembrado respecto del total, en ambas regiones.

Actores participantes en las medidas adicionales de bioseguridad

Abreviaturas	Actor
1. MOCSA	Monsanto Comercial
2. GteTerritorioMon	Gerente de Territorio de Monsanto
3. SupervisorTecMon	Supervisor Técnico de Monsanto
4. DGSV	Dirección General de Sanidad Vegetal
5. DGSVReg	Delegaciones Regionales de Sanidad Vegetal
6. DDR	Distritos de Desarrollo Rural
7. ProdAsocTrans	Productores/Asociaciones de Productores que cultivan transgénicos
8. ProdAsocNoTrans	Productores/Asociaciones de Productores que no cultivan transgénicos
9. ResponsableFito	Responsable de aspectos fitosanitarios

³⁴ Los mismos funcionarios de DGSVReg reconocían que esta situación podría implicar conflictos de interés para el personal técnico contratado, sin embargo,

Figura 10.
Red de actores de medidas adicionales. Primera etapa



FUENTE: Matriz de actores reales afiliados a medidas de bioseguridad, graficada con Pajek.

El objetivo del programa piloto del algodón Bollgard fue evaluar el potencial de la tecnología para el control del complejo bellotero y reducir la cantidad de insecticidas utilizados. En el programa participaron cinco reconocidos agricultores de la región, incluido Buford Andersen, entomólogos, investigadores del campo agrícola experimental del sur de Tamaulipas, Monsanto Comercial, DGSV y técnicos de la Sagar, entre otros, quienes tuvieron a su cargo las actividades señaladas. Los resultados del programa indicaron que en las áreas sembradas con algodono no fue necesario realizar aplicaciones específicas para controlar el complejo bellotero, mientras que en las áreas refugio sembradas con variedades no transgénicas se realizaron entre cinco y seis

ambién aseguraba mayor coordinación respecto de cualquier problema que pudiera surgir con el algodón transgénico y que requiriera la rápida atención de las autoridades fitosanitarias.

aplicaciones para controlarlo. Un beneficio para el ambiente que es importante resaltar fue que con la siembra de las 896.75 hectáreas de algodón transgénico en el sur de Tamaulipas se dejaron de aplicar 4.500 litros de insecticida (González-Nieves, 1997:13).

Al respecto, cabe señalar las genuinas preocupaciones de algunos funcionarios de la DGSVReg entrevistados en Tamaulipas, respecto de la insuficiencia de datos relacionados con los efectos de la contaminación por plaguicidas a nivel de la salud humana tanto de trabajadores agrícolas, pobladores de zonas cercanas a los campos, así como la posible contaminación de mantos acuíferos y efectos en la ecología de poblaciones insectiles, generadas por el uso intensivo de plaguicidas químicos en la región, y la gran responsabilidad que sentían respecto de realizar una adecuada evaluación del cultivo. Estos funcionarios, fomentaban programas de manejo integrado de plagas y veían al algodón transgénico como un elemento más de ese control. Y argumentaban que, controladas las plagas objetivo, llegaría un momento en que el algodón transgénico dejaría de ser costeable y, en consecuencia, la necesidad de seguir contando con variedades convencionales de algodón adaptadas a la región.

De igual suerte, los funcionarios externaban su convencimiento de que se desarrollaría resistencia al algodón Bt de manera más rápida que con un insecticida convencional; por lo que era indispensable seguir cuidadosamente la estrategia de manejo de resistencias para alargar lo más posible la vida útil de la tecnología, así como monitorear las plagas en campo, constantemente, para prevenir la generación de cualquier tipo de resistencia y detectar de manera rápida las plagas que pudieran ocupar el lugar de las que habían sido desplazadas o abatidas por la utilización del algodón transgénico. En cuanto a la práctica agrícola, es importante señalar que la inspección de plagas con algodón Bt requirió ajustes en los criterios de muestreo;³⁵ por supuesto, también hubo cambios en el control de las plagas a las que estaba dirigido el algodón Bt y el convencional sembrado en los

³⁵ Se refiere a sustituir el conteo de huevecillos por el de larvas.

refugios, pero la fertilización, irrigación y otras prácticas de cultivo, por su parte, no requirieron modificaciones.

En cuanto a beneficios económicos, por tratarse de una tecnología incorporada en la semilla era necesario, como se señaló, firmar un contrato de licencia para el uso de la tecnología (entre el productor o la asociación de productores y Monsanto Comercial) y pagar en aquel entonces 582 pesos por hectárea (más el costo normal de la semilla).³⁶ El algodón transgénico representó un ahorro de 462 pesos por hectárea para el productor. Por otro lado, al aplicarse a la planta menos insecticidas y al ser menos atacada por lepidópteros, las plantas presentaban menos estrés y tendían a abrirse más temprano. Los resultados de la evaluación del primer año del programa piloto Bollgard en el sur de Tamaulipas fueron muy alentadores e incentivaron la siembra, en 1997, de más de 7 mil³⁷ hectáreas, de un total de 24 mil.

El programa piloto también fue objeto de evaluaciones exhaustivas por parte de grupos de productores de algodón del sur de Tamaulipas a partir de su campo experimental de INIFAP, cabe señalar que fueron los propios productores por medio de las Fundaciones Produce quienes financiaron diferentes evaluaciones del algodón transgénico además de las realizadas por Monsanto, obteniendo muy buenos resultados.³⁸

En abril de 1997 aparecieron los resultados de un estudio realizado en el campo agrícola experimental de La Laguna (INIFAP), realizado por un investigador prestigiado en la región, en el cual se había evaluado la resistencia de variedades transgénicas y sus progenitores recurrentes³⁹ al ataque del gusa-

³⁶ Cantidad equivalente a 79 dólares, al tipo de cambio de principios de 1997.

³⁷ Dato de Cárdenas-Rodríguez *et al.* (1997:20) ya que la DGSV reportó 8.335 hectáreas que abarcan el sur de Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz.

³⁸ Declaraciones del M.C. Ernesto Salgado, uno de los investigadores responsables de este programa de evaluación de variedades transgénicas (*Agrosintesis*, 1997d:14-17).

³⁹ Los progenitores recurrentes son las variedades de las que se derivaron las transgénicas y son iguales a ellas, excepto porque las transgénicas contienen la información genética que les confiere la resistencia a insectos lepidópteros.

no rosado, la plaga principal del algodouero en esa región en aquella época; también se evaluaron los rendimientos. Los resultados fueron muy prometedores para las variedades transgénicas, ya que mostraron promedios de infección por gusano rosado más bajos que sus progenitores recurrentes y rendimientos más altos, pero también un resultado alarmante, que sin duda representó un impulso decidido para la introducción del algodón transgénico en la Comarca en ese mismo año: que los insecticidas utilizados para el control del gusano rosado no habían sido efectivos, porque el gusano rosado había adquirido resistencia a los insecticidas utilizados para su control y en consecuencia, la necesidad imperiosa de buscar alternativas para el control de esta plaga (*Agrosíntesis*, 1997a:14-16).

El importante nivel de adopción que tuvo el programa piloto del algodón Bollgard a principios de 1997, en el sur de Tamaulipas (7 mil ha), norte de Sonora (1,142 ha) y en La Laguna (3,515 ha), aunados a la necesidad de buscar alternativas a los insecticidas convencionales en esta última región tuvieron mucho peso en las medidas de promoción de que fue objeto el algodón transgénico a fines de 1997, ya que se buscaba constituyera un elemento importante en el decidido impulso que se le quería dar al algodón para que se sembraran 400 mil hectáreas en el año 2000.

Así, ante una demanda creciente de la fibra por parte de la industria textil, el gobierno federal y las autoridades de doce estados de la República establecieron un programa para estimular el cultivo. El programa fue anunciado ante docientos productores⁴⁰ de la Comarca Lagunera por el secretario de Sagar en aquel entonces,⁴¹ quien declaró:

Se impulsará una mayor productividad a menores costos, mediante acciones fitosanitarias y la aplicación de un paquete tecnológico que

⁴⁰ Asistieron también los presidentes de asociaciones de productores de algodón y de diferentes instituciones gubernamentales federales y estatales responsables de otorgar los distintos apoyos a este cultivo.

⁴¹ Se refiere a Francisco Labastida.

considera, de manera destacada, el uso de semillas transgénicas, que permiten reducir las aplicaciones de agroquímicos en el combate y control de plagas y enfermedades de hasta once aplicaciones que se hacían para mejorar la sanidad a solamente dos [*Agrosíntesis*, 1997e:20].

La declaración del entonces secretario de agricultura estaba distorsionada –aunque pudo haber sido un error de quien escribió la nota periodística– pero además era una medida precipitada, ya que el algodón transgénico apenas estaba siendo evaluado a nivel piloto, precisamente por una dependencia de la misma secretaría a su cargo; por supuesto, el significado del nivel piloto no había sido definido. Además, se trataba de un subsidio parcial porque la semilla no podía ser usada por todos los productores, como se verá posteriormente con más detalle.

En aquel entonces el cultivo del algodón Bt en México no había despertado mayor oposición por parte de grupos ambientalistas; el interés despertado entre académicos, en general, era favorable a este cultivo. Por otro lado, los productores pioneros en adoptar esta innovación habían podido manejar los diferentes aspectos de bioseguridad sin problemas, al igual que las autoridades sanitarias locales. Es decir, la percepción de los principales actores involucrados era de que los beneficios de esta innovación superaban cualquier posible riesgo; sobre esa base se negociaron los recursos y la organización requeridos para su adopción generalizada; los aspectos ambientales en general no tuvieron mayor peso, porque no había interés de parte de ONG ambientalistas pero tampoco de las dependencias gubernamentales responsables del ambiente.

En contraste, el cultivo del algodón Bollgard generó gran interés entre los productores, no sólo por su efectividad sino también porque se apoyaba un alto porcentaje del sobreprecio de la semilla transgénica,⁴² pero también porque el gobierno

⁴² Cuando se anunció el programa, en los últimos meses de 1997, el tipo de cambio estaba entre 7.75 y 8.15 pesos por dólar, por lo que los apoyos otorgados e 300 pesos por hectárea para semilla transgénica representaban entre 49 y 47

apoyaba a nivel general otras actividades que resultarían de utilidad para el buen manejo del transgénico, tales como: destrucción de socas y cultivos abandonados y, a nivel particular, se apoyaba la asistencia técnica, así como el control de plagas.

A escala internacional tampoco había una actividad fuerte en contra del algodón Bt, y aunque un año antes la UCS había arrancado una campaña para “salvar”⁴³ a los insecticidas a base de Bt, se ponía más énfasis en la posible generación de resistencias y en la revisión de los programas que sobre otros aspectos ambientales que después han dado mucho de que hablar, tales como los impactos en poblaciones insectiles no objetivo o efectos en ecología de poblaciones. El ambiente internacional en torno a los cultivos Bt cambiaría significativamente en el resto de esta primera etapa; a escala nacional, sin embargo, el ambiente se mantuvo estable para este cultivo en particular, como se verá a continuación.

Para 1998 el algodón Bt empezó a extenderse a otras zonas del país, algunos productores probablemente se vieron atraídos por los subsidios otorgados a la semilla transgénica en el programa de apoyo al algodónero. Sin embargo, empezaron a manifestarse algunos problemas en cuanto a su adopción: en primer lugar, porque la semilla del Bollgard sólo es efectiva para ciertas plagas, de ahí que no tuviese sentido utilizarla en aquellas zonas donde la incidencia de dichas plagas era muy baja o nula; el gusano rosado había sido una plaga muy importante en los ochenta en el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, pero ya no lo era y para la plaga principal en esa zona, la mosquita blanca del Bollgard, no era efectivo (Armendáriz, 1998a:18-20).

Por otro lado, empezó a haber quejas respecto a que los apoyos a la semilla transgénica no abarcaban a todos los productores, no sólo porque el patrón de plagas vigente hiciera innecesaria su utilización en algunos casos; también empezaron a

por ciento del sobreprecio que en aquel entonces tenía la semilla transgénica, el cual ascendía a 79 dólares por hectárea.

⁴³ Se refería a hacer conciencia de su importancia y a reforzar una serie de medidas en relación con su utilización.

presentarse quejas respecto de que la gran mayoría de los agricultores no sabía cómo manejar estas semillas, lo que reafirma la importancia de la capacidad de procesamiento de los actores (Armendáriz, 1998b:24-27). Así, empezaron a externarse declaraciones de parte de empresas semilleras, acerca de las dificultades que se tendrían para alcanzar las metas del recién anunciado programa del algodón, si se descansaba de manera tan importante en las semillas transgénicas.

Las propias semilleras argumentaban que en 1997 se habían sembrado del orden de 12,000 hectáreas de transgénico de un total de 195,000,⁴⁴ por lo que se trataba de variedades prácticamente nuevas, que no eran conocidas por los agricultores, ni sabían cómo manejarlas, por lo que se tendría que esperar de dos a tres años para que el productor las conociera y las probara en sus campos. De ahí que no era de esperarse que las semillas transgénicas tuvieran una contribución importante para alcanzar las metas propuestas en el programa del algodón para el 2000, estimadas en 400 mil hectáreas de algodón en el país (Armendáriz, 1998b:24-27). Los anteriores fueron algunos de los argumentos utilizados para solicitar que los importantes apoyos planteados no se sujetaran a la semilla transgénica⁴⁵ y se entregaran a todos los productores para el combate de plagas, lo cual era muy razonable.

De lo anterior cabe destacar que el algodón Bollgard era efectivo solamente contra dos de las plagas importantes en algunas zonas del país: gusano rosado (*P. gossypiella*) y complejo bellotero (aunque mostraba menor eficacia contra *H. zea* cuando se presentaban altas poblaciones de este gusano elotero).⁴⁶ Asimismo,

⁴⁴ La cifra se refiere a la superficie de riego que fue sembrada en 1998.

⁴⁵ En 1998, se reportaron apoyos combinados hasta por 1,050 pesos por hectárea (124 dólares) para quien sembraba semilla transgénica (Agrosintesis, 1998b:24-27).

⁴⁶ En 1998, durante las entrevistas realizadas en esta investigación se expresaron dudas sobre la efectividad del Bollgard para controlar infestaciones altas de *zea*; por su parte, en el sur de Tamaulipas habían logrado buenos niveles de

había sido notable su rápida aceptación en aquellas zonas algodoneras del país donde además de estar presentes las plagas mencionadas, los productores tenían un grado de preparación alto y estaban presentes los recursos humanos, técnicos, económicos y de organización que requería el cultivo en esta etapa de adaptación y vigilancia a la que estaba siendo sometido.⁴⁷ Cabe destacar que en 1998 empezó a ser evidente un beneficio no buscado del algodón transgénico: se empezaron a obtener mayores rendimientos, por diferentes razones,⁴⁸ lo cual hacía más atractivo su cultivo.

Pero así como en las zonas algodoneras del país estaban presentes diferentes patrones de plagas y para algunas de éstas el Bollgard no era efectivo, tampoco todos los productores tenían la preparación y/o grado de organización que requería esta innovación y/o no estaba presente la infraestructura gubernamental de investigación y monitoreo que hicieran posible tan rápida adopción. En aquella época también se hicieron públicos los primeros problemas de acceso a semillas transgénicas por posibles riesgos de flujo genético: la DGSV prohibió la siembra de semillas transgénicas en los estados de: Oaxaca, Chiapas, Campeche y en algunas zonas de San Luis Potosí, a fin de proteger la gama de variedades nacionales de posible contaminación genética (Armendáriz, 1998b:26).

En esta época empezaron a surgir cuestionamientos tanto en relación con las capacidades que requerían los actores involucrados en la etapa de adopción piloto de esta tecnología como acerca de si tales capacidades estaban presentes entre los actores de las

control en infestaciones moderadas de *H.zea*, pero usando maíz en los alrededores para atraer a este lepidóptero.

⁴⁷ Aunque en los datos de rendimiento no se observaron diferencias importantes en el primer año, éstos fueron mejorando, de tal suerte que en los predios visitados durante 1998, se apreciaba visualmente que el Bollgard estaba sensiblemente más cargado de bellotas que el algodón convencional, no sólo el plantado en los refugios sino en comparación con los predios vecinos donde no se habrían sembrado variedades transgénicas.

⁴⁸ Menor estrés en la planta al aplicar menos plaguicidas.

diferentes zonas algodonereras del país. Esta falta de capacidades a nivel nodo podía impedir o retrasar su articulación en la red de utilización ampliada de esta tecnología; de igual suerte, las prohibiciones de siembra en ciertas zonas afectaban de manera contundente la difusión de la tecnología (restricciones que se manifiestan a nivel vínculo). En ambos casos estas desarticulaciones guardaban relación con aspectos de bioseguridad y afectaban a los productores de menos recursos.

Por otro lado, desde mediados de 1998, en diferentes periódicos empezaron a plantearse advertencias acerca de que los textileros –atraídos por los bajos precios internacionales del algodón– estaban importando esta materia prima. Los algodonereros se quejaban de tener altos inventarios y de no poder competir frente a producciones muy subsidiadas de China y Estados Unidos. Esta situación hizo crisis a fines de 1998 cuando los precios internacionales del algodón bajaron hasta 0.60 dólares por libra (Breach, 1998:35; Armendáriz, 1998c:24-29). Pero los precios internacionales del algodón siguieron empeorando durante 1999.

Desde principios de 1999 se esperaban reducciones significativas en la producción de algodonerero en La Laguna, Sonora, Sinaloa y Baja California, como resultado de:

- Una escasa demanda de la fibra nacional.⁴⁹
- Incremento en las importaciones de algodón procedente de Estados Unidos.
- Pronósticos de sequía para la primavera de ese año.
- Perspectivas de precios poco favorables (*Agrosíntesis*, 1999a:13).

Así, los productores de Chihuahua se venían quejando, desde diciembre de 1998, que tenían inventarios sin opciones de venta hasta por 150,000 pacas de la cosecha de ese año. En La Laguna, lugar de mayor adopción del algodón Bt, a mediados de enero de 1999 los productores de Coahuila y Durango informa-

⁴⁹ Porque la demanda de las textileras se estaba cubriendo con importaciones recientes de fibra muy subsidiada.

ron que tenían inventarios sin comercializar por 90 mil pacas de algodón que constituían 90 por ciento de su cosecha de 1998 (*Agrosíntesis*, 1999a:13-15).

Por otro lado, los pronósticos de sequía estaban afectando más a unas zonas que a otras, de tal suerte que se preveían reducciones en la superficie sembrada de algodón en Sonora y Sinaloa. En el valle de Mexicali había gran desmotivación para sembrar algodón, ya que de un año de producción récord en 1997, el siguiente había estado por debajo de los rendimientos promedio de años anteriores y en 1999 había mucha incertidumbre respecto de los precios de la fibra; por lo que difícilmente se esperaba alcanzar la superficie sembrada en 1998, que había ascendido a 55 mil hectáreas. Los analistas pensaban que había poco margen para ser optimistas en cuanto a precios de la fibra, ya que era de esperarse que su precio internacional continuara en los niveles en que se encontraba a principios de ese año y la recomendación era cuidar los costos de producción (*Agrosíntesis*, 1999a:13-15).

Pero los analistas se equivocaron y el precio internacional del algodón siguió todavía a la baja durante ese año; la producción nacional, por su parte, en septiembre de 1999 registraba una caída de 55 por ciento respecto del año anterior y se afirmaba que ese año sólo habían sembrado los productores que estaban preparados para enfrentar los riesgos de sembrar algodón. En noviembre de 1999, al término de esta primera etapa, en el Valle de Mexicali la fibra se llegó a cotizar en 43 dólares por 100 libras;⁵⁰ de ahí que los productores de esa región, aun con el apoyo emergente de 1,200 pesos por hectárea,⁵¹ anunciado en septiembre de 1999, preveían un panorama difícil para comercializar su algodón (*Armendáriz*, 1999a:23-24). Este apoyo emer-

⁵⁰ A los productores de Mexicali les conviene más exportar la fibra que venderla en el centro de la República; los compradores son empresas japonesas que comercializan en Asia.

⁵¹ Se trató de un apoyo emergente para 1999. Esta cantidad se integraba con un apoyo de gobierno federal de 900 pesos por hectárea y el resto lo aportaban los gobiernos de los estados.

gente se sumaba al paquete de apoyos vigente en 1999 de 2,100 pesos por hectárea —de los cuales 16 por ciento correspondía al apoyo otorgado a la semilla transgénica. Los efectos de esta situación también se manifestaron en el programa piloto del algodón Bollgard, ya que de las 73,619 hectáreas autorizadas en febrero de 1999 sólo se sembraron 18,471 hectáreas, todas ellas en las zonas aldoneras del norte del país.

Al término de esta etapa se habían realizado ocho liberaciones del algodón Bollgard a nivel piloto en diferentes zonas agrícolas de México; los principales actores involucrados, en general coincidían en su efectividad para combatir las plagas para las que había sido diseñado y mostraba una buena aceptación por parte de los productores y una rápida difusión en las zonas agrícolas en donde había sido autorizada su utilización y predominaba un patrón de plagas susceptibles a la toxina Bt; estas zonas agrícolas tenían un buen nivel de desarrollo y contaban con los recursos para vigilar el cultivo y reunir los elementos para su evaluación.

A escala internacional, la investigación sobre los impactos del algodón Bt se centraba en la aparición de resistencias y las maneras de retrasarlas, teniendo como base la estrategia de obtener altas dosis de expresión de la toxina Bt en la planta y la utilización de programas de manejo de resistencias con la utilización de refugios como el elemento más importante. El debate con grupos ambientalistas también se centraba en este tema, ya que los insecticidas a base de Bt eran un elemento muy importante en la estrategia de manejo integrado de plagas de los agricultores orgánicos y las plantas Bt podrían acelerar la aparición de insectos resistentes a un insecticida como el Bt, que llevaba años de ser aplicado sin problemas.

Pero en abril de 1999 el mundo se cimbró con una nota aparecida en *Nature*⁵² que encendía un foco rojo acerca de los efectos que podrían tener las plantas Bt sobre organismos no objetivo: en este caso el maíz Bt sobre las mariposas Monarca. Probablemente ningún evento anterior haya tenido el efecto de

⁵² Se refiere a la nota de Losey *et al.*, aparecida en *Nature* en 1999.

esta nota en la lucha ambientalista contra las plantas Bt y la agrobiotecnología en general⁵³ (al menos hasta septiembre de 2000 y el escándalo del Starlink). El posible daño a las mariposas Monarca replanteó los términos del debate y alertó sobre las múltiples dimensiones del riesgo que podrían tener estas plantas y sobre la necesidad de ampliar la investigación sobre sus efectos en el ambiente.

De igual suerte, la fallida firma del protocolo internacional de bioseguridad en febrero de 1999 había generado movilizaciones de diversos grupos ambientalistas en el plano internacional. A escala nacional este año marcó un cambio en el interés acerca de los OGM y sus posibles efectos. Gran parte de sus manifestaciones se centraron en el maíz y sus posibles efectos en el ambiente, así como en la salud de la población; pero el cultivo del algodón Bt no causó gran alarma ni movilizaciones específicas en su contra, incluso entre ONG especializadas como era el caso de RAPAM.

Hasta este punto también los efectos se centraban en bioseguridad, y lo relacionado con propiedad intelectual no había recibido mayor atención, ni despertado gran incomodidad entre los actores involucrados, especialmente si se considera que algunos de los agricultores pioneros en la adopción del algodón Bt habían “presionado” a Monsanto para que les transfiriera la tecnología⁵⁴ y en ese sentido seguramente tuvieron una mejor disposición en acatar las condiciones establecidas en el contrato de licencia, pero esta situación mostró algunos cambios en la segunda etapa.

⁵³ La primera preocupación específica acerca de los efectos de los cultivos Bt en organismos no blanco surgió dentro de la misma comunidad científica en 1997, cuando Angelicka Hilbeck y sus colegas demostraron que las crisopas alimentadas con plagas que, a su vez, habían ingerido maíz Bt necesitaban más tiempo para desarrollarse y era de dos a tres veces más probable que murieran. Las crisopas son insectos benéficos utilizados en control de plagas pero su suerte no atrajo la atención pública como lo hicieron las mariposas Monarca dos años después.

⁵⁴ Se refiere a las declaraciones del señor Héctor Zambrano a la revista *Agrosíntesis* acerca de todas las gestiones que había realizado con Monsanto para obtener tecnología del algodón Bt en enero de 1996 (*Agrosíntesis*, 1997b:22).

Segunda etapa

La segunda etapa del programa piloto del algodón Bollgard de Monsanto abarca desde principios de noviembre de 1999 –en que se crea la Cibiogem– hasta principios de abril de 2001 –que es cuando se empieza a discutir el anteproyecto de norma para la liberación comercial de OGM. En dicho periodo el cultivo del algodón en México tuvo un revés importante ya que la superficie sembrada de algodón disminuyó sensiblemente en relación con el año anterior; en contraste, el algodón transgénico se recuperó sensiblemente llegando a representar 33 por ciento del total de la superficie en cuestión,⁵⁵ lo que habla de su aceptación entre los productores en una época de enorme crisis del aldonero en el país.

Los productores de algodón enfrentaban la competencia de importaciones provenientes de Estados Unidos, principalmente, muy subsidiadas, y los precios internacionales de la fibra estaban muy por debajo del umbral económico;⁵⁶ en este contexto, donde era tan importante incrementar competitividad, era natural que los productores sembraran semilla transgénica, la cual les representaba menores costos de producción y recibía un subsidio mayor al de la semilla convencional.

Desde 1999 Monsanto inició una nueva estrategia de comercialización en el país para el algodón Bt: la de establecer sobrepuestos diferenciales por la tecnología del algodón transgénico para las diferentes zonas agrícolas donde era sembrado, en función de la incidencia de plagas susceptibles a la toxina del algodón Bt.⁵⁷ Una estrategia de esta naturaleza debería tener como

⁵⁵ La superficie sembrada con algodón transgénico en el 2000 representó 33 por ciento del total; sin embargo, fue menor a la registrada en 1998.

⁵⁶ El subsidio al productor de algodón en Estados Unidos ha venido aumentando de 1979 a 1997, y en algunos años ha llegado a representar hasta 59 por ciento del ingreso del productor (Armendáriz, 1999b:8).

⁵⁷ El sobrepuesto a la semilla por concepto de la tecnología es menor en las zonas donde el algodón Bt es menos efectivo para las plagas vigentes.

precondición que la tecnología del algodón transgénico fuera efectiva para el patrón de plagas vigente en una región determinada, ya que los apoyos gubernamentales a la semilla podrían incentivar su adopción, aun en regiones agrícolas donde no fuera efectiva para el patrón de plagas vigente, en detrimento de otras tecnologías más apropiadas, como se verá posteriormente. No debe olvidarse que el algodón Bt es una planta-plaguicida y utilizarla en zonas donde no sea efectiva sería como asperjar un insecticida donde no se requiere sólo porque está barato.

Por otro lado, la creación de la CibioGem al principio de esta segunda etapa no tuvo repercusiones en la operación de las instituciones encargadas de la evaluación piloto del algodón Bollgard en el país, excepto en el papel, ya que durante esta segunda etapa la CibioGem no logró allegarse los recursos que le permitieran cumplir con las funciones asignadas. Pero su misma creación respondió, en su momento, a las preocupaciones de diversos actores sobre la naturaleza multidimensional de los efectos de los OGM y la necesidad de coordinación horizontal entre las instituciones encargadas de su evaluación, aspectos que habían sido señalados por Gálvez y González con la propuesta de creación de una instancia intersecretarial de bioseguridad (Gálvez y González, 1998:86-90) y reafirmados posteriormente en el reporte —al entonces presidente de la República Ernesto Zedillo— que dio origen a la CibioGem al siguiente año.⁵⁸

a) El ambiente en la segunda etapa

A escala internacional los efectos en el ambiente de los cultivos Bt siguieron siendo muy cuestionados. A principios de esta etapa, otra nota en la revista *Nature* atrajo la atención acerca de la necesidad de investigar lo que sucedía en el subsuelo, toda vez que se refería al hecho de que las raíces del maíz Bt exudaban la

⁵⁸ En 1999 se publicó una versión de este reporte en la revista *Biotecnología*, por quien fui invitada a participar en su elaboración (Álvarez *et al.*, 1999:47-60).

toxina la cual se acumulaba en el subsuelo sin degradarse (Deepack, S. *et al.*, 1999:480) –como sí sucede con el insecticida a base de Bt utilizado en forma de *spray* por los agricultores orgánicos–, lo que incrementó la presión por más conocimiento acerca de los efectos no intencionales del Bt y sus posibles repercusiones en microorganismos e insectos no objetivo.

Es interesante notar que ningún cultivo de la agricultura convencional –ni de la orgánica– ha estado sometido a tales presiones para generar conocimiento en aras de evaluar sus posibles riesgos; pero es importante resaltar que, a pesar de la gran cantidad de conocimiento científico generado en esta etapa, el sentimiento de rechazo a los cultivos transgénicos siguió aumentando, especialmente en Europa, donde se cuestiona la manera en que se genera el conocimiento y los intereses de quienes lo generan.

Según Gibbons:

Los expertos deben responder ahora a aspectos e interrogantes que no son sólo científicos y técnicos, y dirigirse a audiencias que no sólo consisten de otros expertos. Los límites de la competencia de un experto individual claman por la inclusión de una base más amplia de expertos que tiene que ser cuidadosamente orquestada si van a hablar al unísono. En la medida que tal condición de “expertise” tiene que reunir conocimiento –que no se distribuye por los canales convencionales, y que además está contextualizado y es heterogéneo– esa condición no debe provenir de un solo lugar o ser el resultado de la visión de una disciplina científica o de un grupo de investigadores muy respetados. En vez de eso debe emerger de poner juntas las múltiples dimensiones del conocimiento involucrado. Su autoridad depende de la manera en la cual tal grupo colectivo está relacionado, manera que a menudo es autorganizada. Los derrumbamientos en autoridad social surgen cuando los vínculos han sido establecidos de manera inadecuada, como ha ocurrido en los debates europeos acerca de OGM [Gibbons, 1999:C81-C84].

pero también en Estados Unidos las preocupaciones públicas acerca de los OGM empezaban a ejercer presión en los procesos de evaluación. Unos meses antes, el entonces secretario de Agri-

cultura, Dan Glickman, admitió la necesidad de generar investigación sin sesgos en torno a la seguridad de los OGM, así como de establecer centros regionales para evaluar su comportamiento por periodos largos, que ampliaran la base actual de conocimiento entre los diferentes actores involucrados (Reichardt, 1999:298).

En marzo de 2000, Glickman promovió la integración de un panel que, durante dos años, tendría la tarea de revisar el papel del USDA en desarrollar y regular cultivos transgénicos. Dicho panel se integró con científicos, productores agrícolas, representantes de grupos de consumidores y empresas semilleras. Un mes después un panel de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos propuso cambios en el proceso regulador para estos cultivos: se recomendaba una mayor coordinación de las actividades reguladoras entre las agencias encargadas (USDA, FDA y EPA) y abrir más el proceso al público. De igual suerte, se recomendaba monitorear los efectos a largo plazo de estos cultivos sobre los ecosistemas y la salud humana. Un aspecto importante para los cultivos bioplaguicidas fue el reconocimiento que se hizo en el reporte de la utilidad de estas plantas en reducir la cantidad aplicada de pesticidas químicos, lo que repercutiría en incrementar la biodiversidad. Al mes siguiente la administración del presidente Clinton anunció los pasos que se seguirían para reforzar un proceso regulatorio basado en ciencia.⁵⁹

Los programas de manejo de resistencias aplicados para las plantas con propiedades plaguicidas han sido objeto de intensos debates en Estados Unidos, que han dado como resultado recomendaciones claras relativas al tamaño de los refugios –los cuales deben ser más grandes (20 por ciento del total)–, aunque siguió existiendo mucha controversia respecto de si los refugios debían o no ser asperjados con insecticidas convencionales.

En octubre de 2000 la UCS envió a la EPA un reporte en el cual se analizaba el proceso de aprobación del maíz Bt que seguía la EPA en Estados Unidos; el reporte planteaba carencias legales y estructurales en el proceso regulatorio y destacaba la no adheren-

⁵⁹ Consultar en <http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/TransgenicCrops>

cia al principio precautorio.⁶⁰ El reporte Benbrook,⁶¹ como se le conoce, tuvo muy buena acogida entre grupos ambientalistas, en cuanto al algodón Bt aconsejaba poner en perspectiva la reducción en el número de aplicaciones de insecticidas, ya que no necesariamente se mantendría en el tiempo, debido a los cambios en las poblaciones de plagas, evolución de la resistencia, etcétera.

En septiembre de 2000 el escándalo del Star-Link afectó de manera negativa la percepción pública en Estados Unidos –y en el mundo– acerca de las plantas Bt,⁶² pero no se desencadenaron críticas mayores en relación con el algodón transgénico. En marzo de 2001 hubo buenas noticias para el algodón Bt: el Arizona Bt Cotton Working Group anunció que el gusano rosado no estaba desarrollando resistencia al algodón Bt tan rápidamente como se había predicho, lo que extendía su vida útil como una herramienta importante en el combate actual contra el gusano rosado. Este programa de monitoreo cuenta con la participación de un destacado entomólogo: el doctor Bruce Tabashnik, quien había participado en el primer estudio realizado por la USC para salvar al Bt⁶³ y goza de gran credibilidad entre toda la gama de actores que participan en el debate acerca de los cultivos Bt, desde biólogos moleculares, hasta entomólogos y activistas. Los resulta-

⁶⁰Se refiere a la adopción de un enfoque precautorio como un elemento formal y explícito en la elaboración de convenios, tratados, legislaciones, en el diseño de instituciones o de otros instrumentos estatutarios asociados con el manejo del riesgo tecnológico (Stirling, 1999:40).

⁶¹ El reporte puede ser consultado en: <http://www.biotech-info.net/AAASgen.html>

⁶² Se refiere a la denuncia hecha en Estados Unidos por algunas ONG en septiembre de 2000, relativa a la presencia de un maíz Bt en diferentes derivados de maíz para consumo humano, siendo que sólo se había autorizado su uso para consumo animal. El Star-Link –que es la marca comercial de este producto– fue retirado de la cadena alimenticia echando mano de toda la parafernalia reguladora norteamericana –y de manera voluntaria fue retirado su registro del mercado por la empresa que lo elabora. El escándalo en torno a la presencia de este producto en la alimentación humana puso de manifiesto la imposibilidad, incluso en el sistema regulador norteamericano, de segregar productos alimenticios que debían ser diferenciados a simple vista y/o por métodos convencionales.

Se refiere a Mellon and Rissler, 1998.

dos del estudio sorprendieron a Tabashnik y fueron muy del agrado de los productores de Arizona que habían aceptado con los brazos abiertos al algodón Bt y lo estaban utilizando en porcentajes superiores al 50 por ciento de su producción total. El algodón Bt estaba demostrando ser de gran utilidad para controlar el insecto que ha sido la plaga más devastadora de Arizona y California durante los últimos treinta y cinco años (Fairchild, 2001:1-2).

Este descubrimiento ponía de manifiesto la importancia de rastrear cualquier manifestación de resistencia. Los trabajos realizados por este grupo han involucrado un enfoque multinivel que descansa en una cercana cooperación entre el Consejo de Arizona, la Universidad de Arizona, los productores, la industria, así como otros actores involucrados. El enfoque, los participantes y las características de este esfuerzo son muy importantes para esta investigación, como se verá posteriormente. Por otro lado, la polarización del debate internacional acerca de las plantas transgénicas tuvo influencia en las empresas biotecnológicas, las cuales replantearon sus estrategias y empezaron a separar sus operaciones farmacéuticas de las de agrociencias.

A escala nacional esta segunda etapa inició en un ambiente de gran incertidumbre política. Para el cultivo del algodón, el panorama se presentaba aún más difícil, ya que aun con el subsidio público adicional anunciado en septiembre de 1999 incluso los productores de las regiones algodonerías más tecnificadas —como los del Valle de Mexicali— no alcanzaban el punto de equilibrio, pues a pesar de los altos rendimientos que obtenían, el precio internacional era muy bajo.

La falta de competitividad de la fibra mexicana en mercados internacionales —en opinión de los directivos de la Asociación de Organismos de Agricultores del Sur de Sonora (AOASS)— se debía principalmente a las distorsiones del “libre comercio”:

Los productores estadounidenses reciben una amplia gama de subsidios gubernamentales que, además de distorsionar el mercado internacional de la fibra, están provocando que el algodón nacional pierda competitividad en el mercado mexicano [Armendáriz, 1999b:]

Los directivos de la AOASS señalaban que el productor mexicano de algodón había disminuido sus costos de producción de manera sostenida, alcanzando en 1999 los menores costos de producción de la década –incluso inferiores a los de los productores de Estados Unidos– pero no podían competir con el esquema de subsidios del que gozaban los productores norteamericanos. De ahí que plantearan la necesidad de que:

El gobierno federal otorgue, con oportunidad, un apoyo de al menos 165 dólares por hectárea o de otra manera los bajos precios en el mercado mundial y la fortaleza del peso harán que el algodón no sea una alternativa rentable y probablemente se opte por sembrar grano [Armendáriz, 1999b:8].

Lo anterior pone de manifiesto la existencia e importancia de factores que están fuera del control de los principales actores involucrados en este cultivo y la necesidad de identificar aquellos en los que sí es posible influir. En el 2000 la superficie sembrada con algodono representó 55 por ciento de la superficie sembrada el año anterior y tan sólo 25 por ciento de la alcanzada en 1996 –el mejor año para el cultivo del algodono en el país durante la década de los noventa. El porcentaje de adopción del cultivo en el 2000 se incrementó a 36 por ciento del total –aunque en términos absolutos la superficie sembrada en ese año fue inferior en alrededor de 10 mil hectáreas a lo alcanzado en 1998.

Por otro lado, en revistas agronómicas de circulación nacional seguían apareciendo los resultados de evaluaciones acerca de algodones convencionales y transgénicos. Estas investigaciones, de alcance local, mostraban que, entre otras, había ventajas en utilizar los algodones transgénicos en programas de manejo integrado de plagas –especialmente para la entomofauna benéfica– derivadas de una reducción de los insecticidas aplicados al utilizar este algodón frente al convencional (Ávila-Valdez, 1999:18-27).

Cabe señalar que durante el 2000 las ONG en el país fueron más activas en alertar a diferentes grupos sociales acerca de los

riesgos que representaban los OGM, pero no hubo mayor actividad en contra del algodón Bt. Por otro lado, como a toda acción corresponde una reacción igual pero en sentido contrario, a principios de 2000 surgió Agrobío –una asociación civil de empresas transnacionales con presencia en el país– que ha desplegado una gran actividad en favor de los OGM y puesto mucho énfasis en cuestionar las propuestas de legislación surgidas a finales de la primera etapa y principios de la segunda.⁶⁴

Aunque diferentes ONG organizaban eventos y firmaban declaraciones conjuntas, ya sea contra las importaciones de maíz transgénico o a favor de un enfoque precautorio respecto de los OGM, no habían actuado de manera coordinada en aspectos reguladores. A principios de 2001 sin embargo, hubo un evento que marcó una diferencia clara en el nivel de organización de las ONG en torno a bioseguridad: el Primer Foro Nacional sobre Biotecnología y Bioseguridad en la Agricultura Mexicana organizado por CibioGem. Este foro puso de manifiesto por un lado, la capacidad de convocatoria de GreenPeace México y por otro, fue un disparador importante en generar una visión compartida entre diferentes grupos ambientalistas respecto de los OGM.⁶⁵ Desde entonces, estos nuevos actores han tenido una mayor participación en estos aspectos.

De igual suerte, algunas dependencias gubernamentales que habían estado al margen empezaron a recuperar terreno a fines de esta segunda etapa. Tal es el caso de la Semarnat, que en poco tiempo lograría –al menos en el papel– tener una participación del mismo grado de importancia que la de Sagarpa en los aspectos operativos relacionados con la liberación de OGM en México; esta situación es más evidente en la tercera etapa.

⁶⁴ Se refiere a las Propuestas de Ley en Bioseguridad del PVEM y del PAN.

⁶⁵ El último día del Foro los representantes de 18 ONG ambientalistas le hicieron llegar al secretario técnico de la CibioGem una agenda básica para el debate nacional sobre biotecnología y bioseguridad con 10 puntos y recomendaciones mínimas a ser incluidas en el debate nacional sobre biotecnología y bioseguridad.

b) Actores y actividades en la segunda etapa

La adopción en México de un producto con propiedades plaguicidas como el algodón transgénico depende de otros factores adicionales a los que determinan la producción de algodón en el país, especialmente en esta etapa de utilización a nivel piloto, donde la empresa interesada debe solicitar a la DGSV una autorización para siembra, cuya aprobación puede llevar desde varias semanas hasta varios meses. Por otro lado, independientemente de la percepción que tengan los productores respecto de la conveniencia de sembrar algodón,⁶⁶ la autorización final de área a sembrar la determinan los Comités Directivos de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) en función de la disponibilidad de agua en cada región.

Dentro de este marco, la adopción en el país de un cultivo con propiedades plaguicidas tan específicas como el algodón Bollgard ha guardado una estrecha relación con el patrón de plagas presente en una zona determinada y la efectividad en este caso del Bollgard para controlarlas, pero también ha sido importante el perfil del productor y el tamaño y grado tecnológico de la unidad de producción;⁶⁷ los productores pioneros que adoptaron el Bollgard en el sur de Tamaulipas manejaban operaciones de 500 hectáreas y contaban con sus propios entomólogos. En el caso de La Laguna, donde antaño se consideraba al algodón como un cultivo social

⁶⁶ Y el importante papel que en esa percepción juegan los apoyos gubernamentales otorgados.

⁶⁷ En el Congreso de la AMER, un representante de Monsanto presentó una experiencia exitosa de adopción del Bollgard por ejidatarios cuyas unidades de producción eran apenas superiores a una hectárea. Lo anterior es posible siempre y cuando los productores tengan acceso al entrenamiento y asesoría que requieren sobre el nuevo cultivo, pero seguramente no sería costeable, ya que al firmar el contrato de licencia por la tecnología el productor se compromete a contratar por su cuenta a un entomólogo a fin de cumplir con las normas para el manejo del transgénico. Por supuesto, también existe la opción de que los productores pequeños formen asociaciones que les permitan manejar el cultivo como un todo, en cuyo caso no importaría tanto el tamaño de los predios involucrados, sino la posibilidad de “compactar” las áreas productivas.

por el gran número de ejidatarios y pequeños productores que involucraba, proliferaban las asociaciones en participación que permitieron generar economías de escala y compactar las áreas productivas. Algunas de las agroasociaciones que han participado en el programa piloto de adopción del Bollgard manejaban operaciones entre 400 y mil hectáreas.

En los esquemas de agroasociación a cada grupo de productores se le asigna un consultor técnico que en realidad toma muchas de las decisiones de operación; en una asociación de éstas no importa tanto el tamaño de los predios de los productores asociados, sino la posibilidad de compactar áreas: es en ese sentido que desde el punto de vista de bioseguridad los pequeños productores podrían tener acceso a la tecnología si se asocian y sus tierras pueden compactarse, más allá de demostraciones propagandísticas que después resultan no sustentables. Además, según Dinham, los aspectos económicos deben ser considerados cuidadosamente para evitar que los pequeños productores caigan en un ciclo de deuda y dependencia (2001:9). Lo anterior, por supuesto, tendría grandes implicaciones en el desarraigo de los pequeños productores de su actividad principal.

En la distribución geográfica de los problemas de plagas que se enfrentan en las principales áreas algodoneras del país y el porcentaje de adopción del algodón Bt, el área con mayor porcentaje de adopción fue La Laguna, donde el mayor problema de plagas lo representa el gusano rosado, contra el cual el Bollgard ofrece la mayor efectividad. Resalta Tamaulipas con un porcentaje de adopción del 37 por ciento que ha sostenido desde que empezó a sembrarse algodón transgénico en esa región. Este producto ha tenido una amplia aceptación en el sur de dicho estado donde los costos fitosanitarios eran muy altos y el algodón Bt contribuía a disminuirlos –al eliminar la necesidad de aplicar algunos plaguicidas– pero resultaba incosteable en las zonas productoras del norte de ese estado, porque al existir menores problemas de infestación de plagas, los costos fitosanitarios en que incurrían los productores de algodón eran sensiblemente menores que en la región sur.

Lo anterior dio como resultado la extensión de Monsanto al país de una estrategia reciente de ofrecer sobrepuestos diferenciales para la tecnología Bollgard –dependiendo de la incidencia de plagas para las cuales es efectivo éste en las principales zonas algodonerías del país. Es claro que con esta estrategia buscaba incentivar a los productores para que utilizaran sus tecnologías, aun cuando existan otras más apropiadas, ya que además del menor sobrepuesto, el gobierno subsidiaba su utilización. Pero lo anterior conlleva el riesgo de caer en el monocultivo y la pérdida paulatina de variedades comerciales.

El grado de conocimiento del mercado que requiere una estrategia de este tipo, así como la vigilancia que se necesita para evitar que exista contrabando de semilla entre las diferentes regiones. En el caso de México, la bolsa de semilla Bt⁶⁸ en el año 2000 alcanzó 179.26 dólares en el sur de Tamaulipas, frente a 50.40 en el sur de Sonora (Traxler *et al.*, 2001:27). Un instrumento que facilita el control de estos aspectos es el contrato de licencia que firman los productores con Monsanto, pero también han sido muy útiles para dicho propósito las responsabilidades asignadas a la empresa en las medidas adicionales que establece la DGSV.

En el contrato, el licenciario –que puede ser un productor individual o un grupo de productores que haya formado una agroasociación– se compromete entre otras cosas a no revender la semilla a terceros y a no conservar semilla que contenga el gen Bollgard de un año para otro, así como a devolver la no utilizada dentro de los cinco días calendario siguientes a la fecha en que la siembra haya concluido –dicha fecha, además, no podrá ser posterior a la establecida por la DGSV como de cierre de siembra.

Además, en el momento de adquisición de la semilla el licenciario proporciona al distribuidor un estimado por escrito del número de hectáreas a sembrar. Asimismo, en el contrato el productor acepta que Monsanto tiene derecho a supervisar el número de hectáreas sembradas. Por otro lado, en las medidas adicionales establecidas por la DGSV en el programa piloto

⁶⁸ Normalmente, una bolsa de semilla de 12 kg permite sembrar una hectárea.

Bollgard, Monsanto se responsabiliza de buscar el transgén aun fuera de las superficies autorizadas; es decir, entre productores que sólo sembraron algodón convencional.

De ahí que no haya sido tan difícil para Monsanto tener tal grado de control para implantar la estrategia anterior. Este grado de control también ha sido de gran utilidad para establecer las medidas de bioseguridad y de manera muy importante para la vigilancia que requieren los derechos de propiedad intelectual.⁶⁹ En el siguiente punto se revisan, con más detalle, algunos aspectos de la adopción del algodón Bt en el sur de Sonora y las posibles implicaciones de una estrategia de este tipo.

c) Adopción del algodón Bt en el sur de Sonora

El algodón Bt se empezó a sembrar en el sur de Sonora (Valles Yaqui y Mayo) desde el ciclo otoño-invierno de 1997. Los resultados de rendimientos reportados en la propaganda de Monsanto en ese ciclo, así como en el de otoño-invierno de 1998 fueron favorables para la variedad Bollgard NuCOTN 33B *versus* la DP5409 y la DP5415;⁷⁰ el beneficio económico por hectárea obtenido por los productores en ambos años, fue superior en todos los casos para las variedades transgénicas; lo anterior considerando un sobreprecio de la tecnología de 79 dólares por hectárea; es decir, el sobreprecio general que se fijó para la tecnología Bollgard en México el año que salió al mercado.

No obstante los resultados anteriores, Monsanto anunció una baja en el costo de tecnología Bollgard para el ciclo otoño-invierno 1999,⁷¹ con el argumento de apoyar al productor ante la pérdida de rentabilidad ocasionada por el bajo precio internacional del algodón. A pesar de esta reducción en el costo de la tecnología,

⁶⁹ En el caso del algodón Bollgard en México, su utilización en campo se protege como secreto industrial.

⁷⁰ La DP 5415 es la progenitora recurrente de la NuCOTN 33B.

⁷¹ De 79.04 a 60.00 dólares americanos por hectárea.

el algodón Bt no ha tenido gran aceptación en el sur de Sonora (6 por ciento del total del algodón sembrado), de ahí que como parte de esta investigación, se haya considerado importante profundizar un poco más al respecto.

En noviembre y diciembre de 2000 se realizaron algunas entrevistas a diferentes actores que participan en la adopción de la tecnología Bollgard en la región, sus comentarios y apreciaciones arrojan luz sobre esta baja aceptación de la tecnología en una de las zonas de alto desarrollo agrícola en el país, productora importante de algodón que posee tradición y experiencia en este cultivo.

Estos resultados permiten también establecer algunas de las implicaciones que podría tener esta nueva estrategia de penetración al mercado de Monsanto –de precios diferenciales– tanto para la región como para otras zonas del país.

En el Valle del Yaqui se han realizado muchos esfuerzos de parte del Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO)⁷² por capacitar al personal técnico dedicado al control de plagas, a fin de retrasar la aparición de resistencia a insecticidas y lograr un manejo integrado de plagas que tenga efectos favorables en aspectos económicos, ecológicos y sociales. Además, en estos programas siempre se ha buscado la participación de actores como Sanidad Vegetal y Sagar para que, de manera conjunta con los investigadores, establezcan las estrategias de manejo integrado de plagas. Por otro lado, el CIANO es la institución que da seguimiento a la evolución de las variedades transgénicas en esa región desde diferentes aspectos: monitoreo de resistencias, efectividad plaguicida, rendimientos, etcétera. En el caso del algodón no se han monitoreado aspectos de flujo genético a variedades silvestres porque –según el investigador entrevistado– éste no puede darse, ya que existen barreras genéticas que son imposibles de franquear.

En opinión de este investigador, el bajo porcentaje de adopción de las variedades transgénicas que se están utilizando en el

⁷² Siglas que tenía el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste, un centro regional del INIFAP, y con las cuales se le sigue nombrando coloquialmente.

sur de Sonora se debe a que éstas no son de utilidad para la plaga que más afecta actualmente al cultivo en esa región, el picudo del algodonero (*Anthonomus grandis*), aunque sí muestran efectividad para dos de las tres plagas de importancia media, como son algunos gusanos belloteros y el tabacalero.⁷³ No son efectivas para el complejo de insectos chupadores, que incluye la mosquita blanca, plaga para la cual existe una estricta vigilancia (Marrínez-Carrillo y Pacheco-Covarrubias, 2000).

Contra esta última plaga tampoco existe una variedad disponible comercialmente. Además, aunque en la propaganda de Monsanto la variedad sembrada presenta beneficios importantes en rendimientos,⁷⁴ en opinión del investigador entrevistado el algodón transgénico no ha presentado beneficios espectaculares.

Entre los productores entrevistados, uno de ellos dijo que el algodón no había germinado bien, que había nacido muy ralo y le había afectado el frío, por lo que tuvo que meterle rastra y sembrar variedades no transgénicas (DP 5409 y 5415); este productor se quejó, además, de que sólo le habían devuelto el sobreprecio por tecnología y no le regresaron el importe de la semilla.

En general, tanto el investigador como los productores consideraban incosteable⁷⁵ sembrar transgénico, por diferentes razones: el alto sobreprecio de la tecnología, o porque no hubo cambios importantes en el número de aplicaciones de insecticidas, porque antes tenían menores costos de producción y también porque las plagas que se presentaban las podían controlar con insecticidas que estaban dando buenos resultados en progra-

⁷³ El gusano tabacalero es el nombre común que se le da en Sonora a *Heliothis virescens*, que en otras regiones se conoce como gusano bellotero y que, asociado con *H.zea*, integran lo que se denomina complejo bellotero.

⁷⁴ Según Monsanto los incrementos se deben a las características varietales que tiene las variedades Bollgard y al menor daño causado por el complejo bellotero, gusano soldado y gusano perforador de la hoja, lo cual hace que al final de la cosecha haya mayor rendimiento en el algodón Bollgard que en las variedades convencionales.

⁷⁵ Se referían al sobreprecio de 79.04 dólares americanos por hectárea con el que salió al mercado la semilla transgénica.

mas de manejo integrado de plagas. Uno de los productores afirmó haber adoptado, en un principio, el algodón transgénico porque sus costos de producción eran iguales a los del algodón convencional —si se consideraba el subsidio que había para la tecnología transgénica—, pero al seguir bajando el precio del algodón hizo incosteable su siembra y lo sustituyó por otro cultivo.

Las entrevistas, hasta este punto, buscaban lograr una mejor comprensión del bajo porcentaje de adopción de la tecnología Bollgard en el sur de Sonora durante la etapa de adopción piloto. De ahí que no se haya buscado integrar una muestra representativa estadísticamente. Pero sí se buscó obtener la percepción de distintos tipos de actores que participan en el proceso tales como productores, investigadores, personal de empresas distribuidoras de semilla, etcétera.

En cuanto al contrato de licencia para el uso de la tecnología Bollgard, los productores sentían que era ciento por ciento a favor de Monsanto, pero no externaron incomodidad por el hecho de firmar. Al ser interrogados respecto de si los recursos para el manejo de los productos les representaban una carga, los productores dijeron que no. Es importante resaltar que los productores entrevistados manejan un grado de operación que les permite contratar sus propios entomólogos. Por otro lado, el CIANO les imparte cursos a ellos y a sus técnicos para el manejo; en general, los productores manifestaron tener la capacidad técnica y el gusto de supervisar la marcha de sus cultivos y estaban conscientes de los compromisos adquiridos en aspectos de bioseguridad y de las restricciones impuestas por los derechos de propiedad intelectual.

Respecto de la aplicación de la tecnología Bollgard y los recursos necesarios para su manejo no externaron haber tenido ningún problema, porque sentían que contaban con los recursos humanos calificados y porque consideraban que los costos por este concepto ya estaban incluidos en su operación normal. Sin embargo, algunos de los entrevistados dijeron que el personal para supervisión de parte de Monsanto era insuficiente, pues sólo tenía una persona para encargarse de todos los cultivos.

La vigilancia que realizan los productores y sus asesores técnicos está en relación con la práctica agrícola y la toma de decisiones para su manejo; la consideraban igual que para el algodón convencional: fechas de siembra, riegos, aplicación de fertilizantes y otros insumos agrícolas, controles de insectos plaga, el comportamiento de insectos benéficos y en su caso la aplicación de insecticidas, control de malezas y enfermedades y la cosecha. Y aunque los criterios para el control de insectos plaga y el establecimiento de refugios implicaban diferencias respecto de la práctica cotidiana, éstas no representaban ningún problema para ellos. Por otro lado, la vigilancia de otros aspectos más sofisticados como el flujo genético y la aparición de resistencias consideraban que era responsabilidad de Monsanto y de los centros de investigación.

Respecto del contrato de licencia firmado con Monsanto, los productores en general afirmaron que estaban conscientes de sus implicaciones y que seguían todas las reglas ya que “no querían quemarse” con las semilleras o con Monsanto. Cabe aclarar que a lo largo de las entrevistas sostenidas con los productores, en repetidas ocasiones se mencionó el caso de un gran productor que había infringido las disposiciones del contrato de licencia en el sur de Sonora. No estaban muy seguros de la naturaleza de la infracción –unos creían que había guardado la semilla Bollgard y la había sembrado al siguiente ciclo y otros decían que la había vendido– pero Monsanto había amenazado con demandarlo.⁷⁶

Aunque no se pudo conseguir una entrevista con el productor, lo anterior pone de manifiesto las consecuencias que pueden tener la extensión de las reglas de propiedad intelectual en actividades que antes no sólo eran perfectamente legales –venta o intercambio de semilla entre productores– si no en las que ha descansado la evolución de la agricultura, como puede ser el reservar las mejores semillas de un ciclo para el siguiente.

⁷⁶ Es un caso que también mencionan Traxler *et al.* y lo consideran como un caso donde el infractor podría ir a juicio (2001:11).

En cuanto a la entrega de semilla a las despepitadoras autorizadas por Monsanto,⁷⁷ los productores no mostraron ningún desacuerdo, ya que el despepite es una operación donde las reglas son muy claras y para los entrevistados no representaba ningún problema o desventaja tratar con las despepitadoras autorizadas por la empresa.

Uno de los productores entrevistados –con muchos años en la región– se quejó de que el plan de siembra de Monsanto era muy “elitista”, ya que implicaba áreas de siembra muy grandes. Según él, la empresa no había querido suministrarle la semilla Bollgard para una superficie de diez hectáreas,⁷⁸ lo cual guarda relación con lo señalado acerca de que la supervisión y monitoreo que requiere el algodón transgénico en materia de bioseguridad, así como la vigilancia asociada a los aspectos de propiedad intelectual hacen más difícil que los productores de predios pequeños tengan acceso a esta tecnología, ya que no sólo las empresas tendrían que gastar más por estos conceptos, también sería un problema para las autoridades sanitarias y para los mismos productores obtener los recursos necesarios para este propósito.

En general, el sur de Sonora tiene un grado de desarrollo agrícola elevado, sus productores son gente preparada, con buenas relaciones con su centro de investigación regional, manejan operaciones que de manera agregada rebasan las 100 hectáreas y en los últimos años han realizado esfuerzos conjuntos por revertir los efectos de haber adoptado patrones de cultivo tipo Revolución Verde. El Bollgard no les ha representado ventajas por el patrón de plagas imperante en la zona, ya que no ha producido un cambio apreciable en las aplicaciones de insecticidas y tanto el investigador entrevistado como los productores no pensaban que hubiera beneficios importantes en cuanto a rendi-

⁷⁷ Al firmar el contrato de licencia, el productor se compromete a entregar todo el producto de la cosecha a las despepitadoras autorizadas por Monsanto para tal fin.

⁷⁸ En el contrato el productor se compromete a sembrar áreas de refugio por cada 40 hectáreas de algodón transgénico; en este sentido, es posible que el mínimo de hectáreas totales sea de 41.6.

mientos.⁷⁹ Algunos de los productores habían adoptado la tecnología porque –con los apoyos gubernamentales asociados a su utilización– les representaba un beneficio económico que se perdió con la baja de precio del algodón.

En ese sentido, es muy posible que la baja adopción del Bollgard en la región se revierta ante una estrategia de precios diferenciales como la emprendida recientemente por Monsanto, en la que el sur de Sonora tiene el sobreprecio más atractivo a escala nacional. Una situación de este tipo, aunada a los apoyos gubernamentales para la adopción del algodón transgénico, podría incentivar a los productores a adoptar una semilla que no les otorga mayores beneficios en rendimiento que otras variedades convencionales,⁸⁰ ni una reducción apreciable de insecticidas en esa región, en detrimento de la utilización de tecnologías que podrían ser más apropiadas para el ambiente o para reducir costos y dependencia de los productores a variedades que claramente ni fueron desarrolladas para condiciones locales ni responden a la problemática presente en esa zona.

Precio de la semilla Bt según región

Región	Precio de la semilla Bt (dólares/22k por bolsa)
Comarca Lagunera	105.45
Sur de Tamaulipas	179.26
Norte de Tamaulipas	80.05
Sur de Chihuahua	90.45
Norte de Chihuahua	61.81
Sur de Sonora	50.40
Norte de Sonora	105.45
Sinaloa	59.95
Baja California	85.05

FUENTE: Traxler *et al.*, 2001:27.

⁷⁹ Algunos de los problemas mencionados guardan relación con el lote de semilla que les vendieron y podría mejorar con un adecuado control de calidad de parte de Monsanto.

⁸⁰ Como ya ha sucedido en la zona.

d) Estrategia de precios diferenciales para algodón Bt

Una estrategia de precios diferenciales como la seguida por Monsanto en el algodón Bt es posible porque, una vez desarrollada la planta con las propiedades plaguicidas como el Bollgard, el costo de producción para la empresa es el mismo, independientemente si la planta ayuda a controlar o no las plagas de una región determinada y es similar al de una semilla de algodón convencional. De ahí que, mientras haya una patente vigente o no haya en el mercado una innovación que le pueda competir, la fijación de precios se realice tomando en cuenta lo que el productor gastaría en "el paquete" integrado por una semilla convencional más las aplicaciones de insecticida que debe realizar para combatir las plagas presentes en su predio. Éste sería el tope máximo que tendría para fijar el sobreprecio de la tecnología, mientras que el mínimo podría ser el precio de la semilla del algodón convencional.⁸¹ En el caso del Bollgard la no competencia se debía a los aspectos de bioseguridad, ya que era el único algodón transgénico autorizado para ser sembrado a nivel piloto en el país; al no tener competidores, el margen donde se puede mover Monsanto para fijar sobreprecios a la semilla es muy amplio.

Llama la atención el caso de productores como los del sur de Tamaulipas que, al incorporar al Bollgard como un elemento más en una estrategia de manejo integrado de plagas, lograron reducir sensiblemente el número de aplicaciones de insecticida. Lo anterior ha sido posible por todos los recursos y organización que integran la red agrícola del estado y no pueden ser atribuibles exclusivamente a la utilización del Bollgard; sin embargo, Monsanto está usufructuando los beneficios de esta situación, mientras que los productores se han visto desfavorecidos con un fuerte incremento respecto del costo de salida que tuvo la tecnología en un principio.

⁸¹ Por supuesto no incluye recuperar lo que Monsanto ha invertido en desarrollar la tecnología Bollgard.

En este contexto es donde cabría preguntarse cuáles podrían ser los efectos de la estrategia al asignar a los productores del sur de Tamaulipas —donde la tecnología resultó efectiva— un sobreprecio a la semilla que la elevó a 179.26 dólares por bolsa, mientras que en la zona sur de Sonora —donde la tecnología no ha mostrado efectividad— el sobreprecio por la tecnología alcance sólo 50.40 dólares por bolsa, y en donde —en la propaganda ante los productores— se presentara como un apoyo por la baja en el precio internacional de la fibra.

La estrategia de precios diferenciales de Monsanto, que en principio podría parecer coherente, no ha sido aplicada de manera adecuada y oscila entre: “matar a la gallina de los huevos de oro” (sur de Tamaulipas) y comercializar por comercializar (sur de Sonora). En el primer caso, dicha estrategia terminaría por hacer que los productores, de manera prematura, dejen de utilizar el Bollgard por tecnologías convencionales, perdiéndose los beneficios al ambiente logrados hasta ahora con la aplicación de menos insecticidas.

En el sur de Sonora el sobreprecio propuesto aunado a los apoyos gubernamentales otorgados a las semillas transgénicas, podrían favorecer la adopción indiscriminada de una tecnología que —con el patrón de plagas vigente— a todas luces es inapropiada. Y hacer realidad lo que advierte Covantes, al referirse a los efectos de los OGM en el ambiente:

[de] acentuar la pérdida de variedades criollas y comerciales (erosión genética) por la sustitución con cultivos innovadores en los que se continúa en un modelo agrícola basado en semillas de pocas variedades, que son casi iguales (homogeneidad de los cultivos) y sembradas en grandes extensiones (monocultivo) [2001:25].

e) Aparición de insectos resistentes

Los efectos de los OGM en el ambiente claramente son sitios específicos y varían en el tiempo (Casas y Chauvet, 199

Chauvet, 1999), como muestra este caso. De ahí la importancia de preservar el valor de uso de una tecnología pero sólo donde muestre efectividad. En el caso del Bollgard no debe olvidarse que se trata de una planta con propiedades plaguicidas específicas, y no de una planta de algodón convencional cuya utilidad debe ser evaluada de manera responsable en procesos que impliquen una participación plural de todos los posibles afectados/beneficiados con su utilización.

La preocupación relativa a que la utilización de variedades transgénicas puede acelerar la aparición de resistencia en los insectos objetivo, ha estado presente en diferentes grupos de actores desde que se dieron a conocer sus características —principalmente la presencia de toxina Bt en la planta a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Por lo anterior, se formó un grupo encabezado por investigadores de gran reconocimiento, que forman parte de centros de investigación públicos⁸² —y habían evaluado diferentes aspectos de los cultivos transgénicos en el país— que también contó con la participación de personal altamente calificado de la empresa Monsanto. El objetivo de este grupo fue desarrollar un estudio de susceptibilidad a la toxina en poblaciones nativas del gusano tabacalero, gusano bellotero y gusano rosado, en las principales zonas de la República donde se ha venido utilizando el cultivo desde 1996. Los resultados del estudio mostraron que no se había desarrollado resistencia en las poblaciones de campo de estas plagas a la toxina Bt⁸³ expresada por el algodón Bollgard (*Agrosíntesis*, 2000:20-23).

La aparición de insectos resistentes es un problema:

[que] no se puede evitar, ya que cualquier agente de selección —en este caso el algodón Bt— con el solo hecho de causar mortalidades superiores

⁸² Se refiere a los doctores: J.C. Rodríguez, del Colegio de Posgraduados; José Luis Martínez Carrillo, del Campo Experimental Valle del Yaqui, y Urbano Nava Camberos, del CIRNOC/INIFAP, todos ellos investigadores de gran reconocimiento y con experiencia de varios años en la evaluación de algodón transgénico.

⁸³ En este caso la Cry1A(c).

al 50 por ciento selecciona a la población hacia resistencia; sin embargo, es posible manejar el proceso de la resistencia para retardar al máximo su aparición y que, además, la resistencia no sea consecuencia de muchos mecanismos, con el fin de tener mayores opciones de contar con productos alternativos eficientes [Pacheco-Covarrubias, s/a:1].

Al respecto, es importante retomar lo que plantea Gibbons acerca de la necesidad que existe actualmente no sólo de producir conocimiento confiable y comunicarlo a la sociedad, sino de asegurarse que el conocimiento científico sea “socialmente robusto” y que su producción sea vista por la sociedad como un proceso transparente y participativo (1999:C81-C84).

En este sentido, el monitoreo de resistencia del algodón Bt debe ser un proceso continuo y asociado a su manejo, debe ser realizado de manera simultánea en las diferentes zonas donde se está sembrando y realizado desde diferentes disciplinas en múltiples niveles, a fin de involucrar también a productores y autoridades sanitarias locales, además de los centros de investigación e industria, así como a los diferentes grupos que pueden ser afectados positiva o negativamente por esta tecnología. De ahí que tan importante como producir el conocimiento sea el cuidar la manera en que se genera, y hacer el proceso cada vez más transparente reconociendo, de entrada, que la autoridad de la ciencia debe ser legitimada continuamente. El conocimiento producido de esta manera es menos probable que sea cuestionado por los diferentes actores involucrados (Gibbons, 1999:C81-C84).

Finalmente, durante esta segunda etapa se empieza a realizar experimentación a nivel que podría ser calificado como piloto con algodones transgénicos de la empresa Aventis con tolerancia al herbicida bromoxinil, así como ensayos de algodones de Monsanto con tolerancia al herbicida glifosato; además, para principios de abril fueron autorizados dos ensayos calificados como piloto por la DGSV con algodones de Monsanto con resistencia a insectos combinada con tolerancia a herbicidas.⁸⁴ Esto

⁸⁴ Fuente: Sagarpa.

último plantea nuevos retos para los OGM en materia de complejidad institucional en el país.

Tercera etapa

Esta tercera etapa se inicia a principios de abril de 2001 con la invitación abierta hecha por la DGSV para analizar y discutir el anteproyecto de norma oficial mexicana NOM-FITO-2000 elaborado por Sagarpa que establecía, entre otros, los requisitos para la liberación semi-comercial y comercial de OGM en el país. El proceso no había concluido y al momento de cerrar esta investigación se estaba discutiendo un nuevo anteproyecto elaborado de manera conjunta por Sagarpa y Semarnat. Llama la atención, por un lado, que el anteproyecto no haya sido consultado de manera previa a la discusión pública con el CCB en forma colegiada –que sus miembros fueran invitados de manera individual a las reuniones de análisis y discusión abiertas–; por otro lado, que el proceso haya incluido desde el principio a diferentes ONG ambientalistas. Una explicación a la falta de inclusión del CCB puede estar relacionada con las indefiniciones que ha habido en torno a la Cibiogem prácticamente desde su creación –que indudablemente han afectado al CCB, su órgano de consulta obligatoria.

a) El ambiente en la tercera etapa

Durante esta tercera etapa del análisis desarrollado en torno del algodón resistente a insectos, el ambiente internacional en relación con los OGM mostró un incremento sostenido en el grado de polarización del debate. El caso del StarLink dejó de ser un hecho aislado y la presencia de OGM empezó a ser detectada no sólo en productos procesados –sino en materias primas donde la segregación podría parecer difícil– también empezó a detectarse presencia de OGM, en cantidades variables, en campos agrícolas

sembrados con variedades convencionales en regiones donde hay una moratoria para su cultivo, como es el caso de Europa.

El 21 de junio de 2001 apareció un artículo en *Guardian*⁸⁵ que advertía a los europeos que la guerra contra los OGM no había sido ganada y que muy pronto sus alimentos se verían contaminados por modificaciones genéticas; el 25 de julio se adoptaron nuevas regulaciones en la UE respecto de la posibilidad de trazar y etiquetar OGM, así como los productos para alimentación humana y animal producidos a partir de estos organismos, y también se adoptaron nuevas regulaciones respecto de la autorización y etiquetado de alimentos modificados genéticamente para humanos y animales, lo cual no fue del agrado de algunas organizaciones ambientalistas⁸⁶ que advirtieron que se trataba de una legislación que toleraba la contaminación genética, ya que podría significar que en el futuro los OGM que no hubieran sido aprobados para su liberación intencional en la UE podrían ser tolerados en umbrales hasta de uno por ciento sin la obligación de etiquetarlos.

En esa misma fecha, *Le Monde*⁸⁷ –periódico cuya circulación e influencia rebasa las fronteras francesas– publicó también un artículo acerca de que se estaba incrementando la presencia de semillas transgénicas, a tasas alarmantes, en superficies sembradas con semillas convencionales; a pesar de la moratoria que existe en la UE para el cultivo de transgénicos. Según este artículo, la transparencia en torno a los OGM y la posibilidad de detectarlos “es una ilusión, puesto que toda la agricultura convencional será contaminada lentamente por OGM”.

En agosto de 2001 apareció una noticia en la revista *Nature Biotechnology* sobre unas declaraciones hechas por la Ecological Society of America (ESA) –que representa a 8 mil ecólogos en Estados Unidos– acerca de que el consenso de sus científicos a favor de la biotecnología distaba de ser completo. De ahí que,

⁸⁵ <http://www.guardian.co.uk/Archive/Article/0,4273,4207654,00.html>

⁸⁶ *Friends of the Earth's*.

⁸⁷ <http://www.monde-diplomatique.fr/>

aunque el debate sobre OGM a menudo haya sido presentado como una lucha entre científicos pro-biotecnología en contra de grupos ambientalistas, las declaraciones de ESA destacaban la dificultad de estudiar y predecir los efectos ecológicos de los OGM en el largo plazo, lo que justificaba mayor precaución sobre su uso y hacía necesaria mayor investigación sobre los efectos ambientales potenciales de los OGM (*Nature*, 2001:567-568). Todo lo anterior, aunque no tenga una relación directa con el algodón transgénico, incrementaba la presión para realizar mayor investigación y monitoreo sobre los efectos ambientales de cualquier OGM liberado al ambiente.

A escala nacional los diferentes actores –cuyo quehacer tenía que ver con las posibles consecuencias de liberar OGM en el ambiente– habían tenido poca participación en la utilización piloto del Bollgard. De hecho, podían ser visualizados como formando parte del ambiente que rodeaba a la red de utilización de este cultivo ya que, en general, no habían desarrollado actividades importantes relacionadas con su liberación, ni habían establecido vínculos con los actores que desarrollaban tales actividades.

Sin embargo, al abrir a la discusión pública el anteproyecto de norma, dichos actores empezaron a participar y a obtener –al menos en papel– responsabilidades e influencia en las diferentes actividades que se requieren para liberar a nivel semicomercial y comercial cualquier OGM en este país. Dado que la liberación comercial del Bollgard no había sido autorizada al cierre de esta investigación –y es muy posible que se retrase hasta la aprobación de la norma– en esta tercera etapa se puso mayor atención en revisar la participación de dichos actores en el proceso, así como las posibles implicaciones en materia de complejidad institucional que pudieran derivarse de dicha participación.

b) Actores y actividades en la tercera etapa

En la figura 11 se comparan las redes de actores afiliados a los procedimientos para atender solicitudes de liberación semi-comercial y comercial para cualquier planta transgénica en el país, los procedimientos son los incluidos en la primera versión del anteproyecto de norma para la liberación semicomercial y comercial de OGM elaborado por la DGSV (propuesta Sagarpa), así como en la propuesta de anteproyecto elaborada el 31 de julio de 2001, que incorpora muchas de las observaciones hechas a lo largo del proceso de discusión pública iniciado el 5 de abril de ese año, por actores que poco tiempo atrás habían tenido una participación marginal en la operación y discusión de la liberación de OGM en el país (propuesta Sagarpa-Semarnat). Los cambios, especialmente en la participación de actores en ambos anteproyectos, reafirman el carácter dual de los aspectos de bioseguridad, como principio político y como principio de reestructuración, así como de su dinamismo.

Los procedimientos de atención de solicitudes son prácticamente los mismos en ambas redes y corresponden a los incluidos en la primera versión del anteproyecto de norma, así como en la versión más reciente disponible al momento de cerrar la redacción de este párrafo.⁸⁸ En la segunda red, sin embargo, se incluyen nuevos actores: DGIOECE, SEMA, DelegEstSemarnat, instituciones relacionadas con el ambiente que dependen de Semarnat. Algunos de los procedimientos para la atención de solicitudes engloban, a su vez, un gran número de actividades de alta especialización, caso de la denominada elaboración de la ficha técnica (ElabFicha), en la que se incluyen actividades clave, como el análisis de riesgo para la liberación al ambiente de OGM y la evaluación de su aprovechamiento sustentable.

En las tablas siguientes presentamos los procedimientos para atención de solicitudes para la experimentación piloto y libera-

⁸⁸ Se refiere a la versión de anteproyecto con fecha 31 de julio de 2001.

Procedimientos para la atención de solicitudes de liberación de OGM

Abreviatura	Procedimiento
1. PresSolicitud	Presentar solicitud de liberación al ambiente de OGM
2. RevSolicitud	Revisión de la solicitud por comité especializado y dependencias competentes
3. AnalRiesgo	Realizan análisis de riesgo caso por caso
4. ElabFicha	Elaboración de ficha técnica caso por caso
5. TurnaFicha	Turna ficha técnica a autoridades locales para liberación
6. PublicaFicha	Publicar en medios electrónicos ficha téc. p/consulta pública
7. NuevReq	Nuevos requisitos/modificar medidas de Bioseguridad
8. AnalColeg	Análisis colegiado de un mayor número de especialistas
9. Resolución	Resolución de Solicitud
10. EmisiónCert	Emisión de certificado
11. ObtenCertific	Obtención de certificado
12. ProgPiloto	Programa piloto
13. ResolNeg	Revisión de dictamen negativo
14. PresReporte	Presentar reporte de liberación
15. AnalizaReporte	Análisis y comentarios del reporte
16. TurnaRepór	Turna ficha técnica a autoridades locales para liberación
17. PublicaRepór	Publicar en medios electrónicos ficha téc. p/consulta pública
18. NuevosRequis	Nuevos requisitos o modificar medidas de Bioseguridad
19. AnalSolicSubsec	Análisis de solicitudes subsecuentes en condiciones similares
20. ResuelvProced	Resuelve sobre procedencia de la solicitud
21. AutorSol	Autorización de solicitudes
22. Exp.Cert	Expede certificado
23. NotificaciónAnual	Notificación anual
24. NotifTrim	Notificación trimestral
25. SolSubsecuentes	Solicitudes subsecuentes
26. PublicaResol	Publicación de resolución con soporte técnico de la decisión
27. EstabVigen	Establecimiento de vigencia del certificado
28. RevocCancel	Revocación de cancelación
29. OtrasRegul	Cumplimiento con regulaciones de otras dependencias
30. Etiquetado	Etiquetado
31. InfLibAcc	Información sobre liberación accidental
32. ComportDif	Comportamiento sustancialmente diferente
33. IdentOGM	Identificación de OGM fuera de zonas especificadas.
34. EfectAdver	Aparición de efecto adverso en ecosistema
35. Verificación	Verificación de las liberaciones
36. RevocCertific	Revocación del certificado
37. DestrucCultivo	Destrucción de cultivos
38. Compensación	Compensación de daños

Actores que realizan los procedimientos para la atención de solicitudes

Abreviatura	Procedimiento
1. Responsable	Responsable
2. DGSV	Dirección General de Sanidad Vegetal
3. SEA	Subcomité Especializado en Agricultura
4. OtrasDepend	Otras dependencias involucradas
5. DelEstSagarpa	Delegaciones Estatales de Sagarpa
6. GobEstatl	Gobierno Estatal
7. ONG	Organizaciones No Gubernamentales
8. Público	Se refiere a la participación de cualquier actor
9. Cibio gem	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados
10. CCB	Comité Consultivo de Bioseguridad
11. Sagarpa	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
12. Otrosactores	Otros actores
13. DGIOECE	D. General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas.
14. SEMA	Subcomité Especializado de Medio Ambiente
15. DelegEstSemarnat	Delegación estatal Semarnat
16. Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
17. DependComp	Dependencias Competentes

ción comercial de plantas transgénicas en el país, que se plantean en los anteproyectos de norma elaborados por Sagarpa y Semarnat, así como los diferentes actores que los realizan.

Como se puede ver en la figura 11, la DGSV sigue siendo el actor de mayor centralidad, pero también aparecen en un lugar importante actores como la DGIOECE, así como la entidad responsable, es decir, quien va a realizar la liberación semicomercial o comercial del OGM; aunque los procedimientos para atención de solicitudes sean prácticamente los mismos en ambas versiones, el anteproyecto de norma ha tenido algunas modificaciones importantes, reflejo de un mayor énfasis y participación en el país de actores relacionados y/o preocupados por los posibles efectos de los OGM al ambiente.

Algunas modificaciones importantes son la ampliación de las bases jurídicas que dan sustento al último anteproyecto de norma, y las especificaciones que también se amplían para incluir –en la última versión– una norma⁸⁹ que determina las especies en peligro de extinción y amenazadas o que deben estar sujetas a una protección especial.

También se realizaron algunos cambios en las definiciones de la norma y, a sugerencia de GreenPeace, se incluyó una definición de bioseguridad.⁹⁰ Es importante destacar los cambios en dos definiciones que claramente establecen tanto la participación de nuevos actores, como las restricciones para la liberación comercial, limitándola a zonas autorizadas:

3.15. Liberación al ambiente: el uso de un OGM fuera de los límites de un confinamiento físico de un recinto cerrado, laboratorio, invernadero, fermentador o cualquier otra estructura cerrada, bajo las condiciones de bioseguridad que establezcan las Secretarías y demás autoridades competentes.

3.16. Liberación comercial: Liberación al ambiente de un OGM de uso agrícola, posterior al cumplimiento de las etapas de experimentación científica y programa piloto, el cual puede ser sembrado en zonas agrícolas autorizadas ubicadas dentro del territorio nacional.

En la primera versión las condiciones de bioseguridad para la liberación al ambiente eran establecidas solamente por la Sagarpa, mientras que en la última propuesta éstas podían ser establecidas por las Secretarías y demás autoridades competentes. En cuanto a la liberación comercial, en la primera versión de la norma se establecía que el OGM podía ser sembrado en todo el territorio nacional, mientras que en la última se señalaba que sólo podía ser sembrado en zonas agrícolas autorizadas. Éste también fue un cambio planteado, entre otros, por GreenPeace.

⁸⁹ NOM-059-ECOL-1994.

⁹⁰ Bioseguridad: Conjunto de lineamientos, medidas y acciones de prevención, control, remediación y mitigación de impactos que pudieran surgir para el manejo, movilización, importación, exportación, tránsito y liberación al ambiente de OGM.

Otra definición importante incluida en la última versión de anteproyecto fue limitar la aplicación de la norma a OGM de uso agrícola, ya fueran nacionales o importados. Asimismo, la de modificar la definición de liberación a nivel piloto estableciéndola claramente como una etapa previa a la liberación de un OGM con fines comerciales. Si se aplicaran las definiciones –a que hace referencia este último párrafo– a un OGM desarrollado en el país, y que actualmente está esperando por su desregulación, sin haber cubierto la etapa piloto –como es el caso de la papa resistente a virus desarrollada por Cinvestav-I– seguramente se enfrentarían serios problemas para conseguir no sólo los recursos humanos, técnicos y económicos que ha desplegado Monsanto en el programa piloto del algodón Bollgard, sino también los que ha proporcionado la Sagar(PA) y su órgano desconcentrado la DGSV, en las regiones agrícolas del norte del país. Las que cuentan con recursos humanos y un grado de tecnificación e infraestructura carentes en las zonas paperas de la Sierra Norte de Puebla.

De acuerdo con la última versión del anteproyecto de norma, las zonas agrícola autorizadas para llevar a cabo liberaciones –a escalas de programa piloto o comerciales de OGM de uso agrícola– serán establecidas caso por caso, de manera conjunta por Sagarpa, Semarnat y Conabio, lo cual constituye también un cambio, ya que antes esa responsabilidad recaía en la DGSV –aunque esta dependencia pudiera solicitar la asesoría de otros actores para dicho propósito. De igual suerte, en el último anteproyecto se establecen zonas prohibidas para la liberación, que incluyen áreas naturales protegidas, establecidas por decretos federales o estatales, así como aquellas establecidas por las Secretarías de acuerdo con sus facultades, desde el punto de vista fitosanitario, de riesgo ambiental u ordenamiento ecológico. En las zonas prohibidas no se autoriza la liberación de OGM de manera experimental, ya sea en programas piloto o de forma comercial.

Un cambio también de gran importancia entre ambas versiones de anteproyecto fue la inclusión –propuesta por Semarnat– relativa a establecer una fianza que cubra los costos de monitoreo

de las acciones de bioseguridad que previenen los daños al ambiente y a los recursos naturales.

Cuando se observa la figura 11 resalta cómo en los últimos años, la bioseguridad ha pasado de ser un tema de interés de los académicos que participaban en el desarrollo experimental de la biotecnología vegetal –poco entendido por un público sin mayor interés– a un tema de gran controversia que ha atraído la atención de legos y expertos de muy diferentes campos.

Por muchos años la DGSV ha sido la institución encargada de analizar las 182⁹¹ solicitudes para liberar OGM a nivel experimental y piloto, así como para dar seguimiento y evaluar sus resultados. Para cumplir con esta tarea se ha apoyado en el personal con que cuenta a escala estatal en las zonas agrícolas con mayor grado de tecnificación y mejor infraestructura, así como en comités expertos integrados por académicos de prestigio –que a lo largo de trece años han colaborado, de manera honoraria, en este importante esfuerzo para liberar de manera segura a las plantas transgénicas.

Como resultado de las preocupaciones en aspectos ambientales que ha habido en los últimos años respecto de la utilización de OGM en el mundo, los gobiernos de diferentes países – y México no ha sido la excepción– han modificado sus marcos regulatorios y éstos –en vez de lo que se esperaba a principios de los noventa, relativo a que las regulaciones se volverían más laxas conforme los OGM fueran adoptados y se demostrara su inocuidad– han tenido que volverse más estrictos en todos los niveles.

El anteproyecto de norma para la liberación de OGM elaborado por Sagarpa y Semarnat plantea una mayor complejidad que las disposiciones temporales aplicadas actualmente en el país, no sólo porque involucran más requerimientos sino porque incluyen mayor número de actores con un mejor grado de coordinación entre ellos, y la coordinación horizontal a escala gubernamental no ha sido una tarea sencilla en este país, ni es algo que puede surgir de manera espontánea.

⁹¹ Datos de la DGSV a abril de 2001.

Pero, el énfasis en aspectos ambientales plantea retos muy importantes en materia de recursos humanos, técnicos y económicos que permitan cumplir con las disposiciones planteadas en el anteproyecto de norma conjunto entre Sagarpa y Semarnat. No hay que olvidar que en la administración anterior la entonces Semarnat, no participó en los aspectos operativos de la liberación experimental y piloto; de ahí que, al margen del reciente interés de la mencionada dependencia e incluso de lo acertado de sus planteamientos, no tiene experiencia en la materia y probablemente tampoco cuenta con recursos suficientes para hacerlo.

Y no se trata de optar entre una dependencia y otra, ya que sus funciones son diferentes, se trata de reconocer los aspectos positivos y negativos de la experiencia de trece años en la liberación de OGM que tiene la DGSV, y de conseguir los recursos que ambas dependencias necesitan para cumplir con su responsabilidad.

El caso del algodón resistente al ataque de insectos puede ser ilustrativo de lo anterior, toda vez que las liberaciones experimentales y piloto del algodón Bollgard se han realizado en las zonas agrícolas de mayor nivel de tecnificación, donde recientemente se habían implantado normas⁹² y otorgado apoyos específicos en aspectos fitosanitarios. En dichas zonas existen centros del sistema de innovación agrícola donde hay investigadores con experiencia e interés en manejo integrado de plagas. Lo anterior, aunado a la experiencia en materia de organización y movilización de recursos que implica el cumplimiento de una norma fitosanitaria, ha generado un aprendizaje importante tanto a nivel individual como organizacional, de gran utilidad en la liberación piloto del Bollgard.

Por otro lado, algunos de los productores y/o asociaciones involucrados han tenido capacidad de emprender sus propios programas de evaluación del cultivo transgénico y, aunque han sufrido graves tropiezos con el precio internacional, el cultivo se

⁹² Se refiere a la norma que estableció la campaña fitosanitaria de la mosquita blanca en 1994 y la que estableció el control de plagas en algodónero en 1997 (véase Cárdenas *et al.*, 1997:28-31).

ha realizado en las mejores tierras irrigadas en el norte del país, ha recibido los apoyos en materia de insumos, así como de manejo poscosecha (plantas voluntarias),⁹³ que han sido elementos importantes para el manejo de este OGM.

Además, se trata de un cultivo cuyas zonas autorizadas están claramente diferenciadas y en éstas –según argumentan los investigadores de algunos de los centros INIFAP establecidos en las zonas de cultivo de algodón transgénico– no hay riesgo de flujo genético a parientes silvestres, lo que significa una variable menos a considerar en su evaluación.

Todo lo anterior para manejar un cultivo que, en su mejor año, ha sido sembrado en 26,000 hectáreas. Por ello tiene mucho sentido lo que dice Massieu:

La siembra de transgénicos en el país es incipiente y hay un gran reto regulatorio y de investigación científica para evaluar los riesgos y beneficios, para así poder tomar decisiones en función del interés nacional [2001:30].

Lo anterior cobra mayor sentido si se considera que en México –de gran diversidad no sólo en lo que a especies biológicas se refiere, sino también en cuanto a perfiles de productores y sus niveles de organización, tamaños y grado de tecnificación de sus unidades de producción, así como una gran diversidad de zonas agroecológicas en donde se realizan las actividades agrícolas– los retos para utilizar de manera responsable este tipo de productos se multiplican, ya que se requiere de mayores recursos humanos, técnicos y económicos, así como de una organización diferente.

Respecto de la propiedad intelectual, a continuación se destacan algunos elementos importantes en relación con las posibilidades que podrían tener tanto los pequeños como los grandes productores de algodón para allegarse esta tecnología con base en las condiciones prevalecientes en esta tercera etapa.

⁹³ Plantas que permanecen como banco de semillas y germinan durante temporadas posteriores a las que estaba destinada su producción sin ser éstos los propósitos del agricultor.

c). Propiedad intelectual y acceso a la tecnología

En México, el algodón resistente al ataque de insectos está utilizando diferentes esquemas de protección de la propiedad intelectual. Por un lado, se encuentra en trámite la patente solicitada por Monsanto para construcción genética utilizada para conferir la resistencia a insectos; por otro, dicha construcción genética ha sido protegida por Monsanto como marca registrada: Gen Bollgard. Además, la empresa semillera Delta Pine & Land ha solicitado el título de obtentor para algunas de las variedades transgénicas que están siendo sembradas en el país, tales como la NuCTN33B y NuCOTN35B.

Al respecto, aun cuando las plantas no son patentables en México, los derechos de quienes las desarrollan pueden ser protegidos por la Ley Federal de Variedades Vegetales. Pero al acogerse a este esquema de protección, Monsanto sólo podría obtener ganancias por la venta inicial de “la tecnología genética”, ya que por las excepciones al derecho del obtentor reconocidas por esta ley, el productor que utiliza la semilla protegida podría guardar una parte y replantarla en el siguiente ciclo sin tener que hacer pago alguno en años subsiguientes a quien tenga los derechos, en este caso Delta & Pine Land.

Dado el marco de protección a la propiedad intelectual vigente en el país, como el estado de avance de los diferentes tipos de esquemas de protección solicitados en torno al algodón resistente al ataque de insectos, Monsanto ha recurrido a otro tipo de esquema de protección de la propiedad intelectual: el secreto industrial, asentado en la Ley de Propiedad Industrial. De ahí que, a fin de tener acceso a la semilla transgénica, el productor deba firmar un “contrato de licencia para el uso de tecnología genética en semillas de Monsanto en algodón”.

En dicho contrato se establece que la tecnología genética de Monsanto está protegida por la Ley de Propiedad Industrial y otras leyes en México. Monsanto otorga una licencia gratuita al licenciatario (productor) para usar la tecnología genética de al-

godón, bajo una serie de condiciones cuyo resultado neto para el productor es que: se compromete a usar la semilla que contiene el gen sólo para una siembra y cosecha de algodón, lo que implica su renuncia voluntaria a lo que comúnmente se conoce como “el derecho del agricultor” relativo a guardar semilla para siembra y para uso propio y que en México está consignado en la Ley Federal de Variedades Vegetales como una excepción al derecho del obtentor.

- Paga tanto por la semilla como una cuota extra por el insecticida que ésta “contiene”.
- Se compromete a contratar a un entomólogo a efecto de cumplir con las normas de bioseguridad.
- Se compromete a cumplir con un plan de trabajo para mantener la efectividad del gen (programa de manejo de resistencias).
- Concede a Monsanto el derecho de inspeccionar y llevar a cabo las pruebas que considere necesarias para verificar el cumplimiento de la licencia. Lo anterior durante los tres años siguientes a partir de la última compra de semilla de algodón.

En síntesis, en este ingenioso sistema de comercialización de la semilla transgénica se presenta a la “tecnología genética” proporcionada por Monsanto y a la contenida en la semilla, como “un paquete confidencial” privilegiado y protegido por diversos ordenamientos legales, es decir como un secreto industrial cuya infracción constituye una serie de ilícitos penales y civiles.

La protección como secreto es una de las dos principales maneras de proteger una invención generada mediante I&D; la otra, muy importante, es la patente. Generalmente se opta por mantener la invención como secreto industrial solamente si ésta puede ser mantenida –valga la redundancia– como secreto.

En el caso de una invención como la semilla del algodón resistente al ataque de insectos no parecería ser éste el método de protección de la propiedad intelectual más adecuado, toda vez

que parte de la tecnología está contenida en la semilla y los programas de manejo de resistencias, además de formar parte de medidas de cumplimiento obligatorio, son del dominio público. De hecho en el artículo 82 de la Ley de Propiedad Industrial se establece que no debe considerarse secreto industrial aquella información que deba ser divulgada por disposición legal y por orden judicial como podría ser el caso de la información relacionada con el manejo de resistencias. Es cuestionable también que se considere como secreto una tecnología contenida en la semilla que se reproduce por sí misma.⁹⁴

Algunas de las condiciones establecidas en el contrato van más allá de lo que marca la ley, como es lo relativo al compromiso del licenciario de no usar la semilla de algodón adquirida para fines de investigación (que es un derecho consignado tanto en la Ley de Propiedad Industrial como en la Ley Federal de Variedades Vegetales).

Las posibilidades jurídicas que tienen los productores para revocar un contrato de esta naturaleza rebasan claramente los alcances de esta investigación; sin embargo, valdría la pena preguntarse ¿por qué los productores han aceptado firmar un contrato de este tipo, sin expresar en la mayoría de los casos, mayor incomodidad?

Existen varias posibles respuestas, pero una de las más importantes es que el contrato les da acceso a la semilla y que, en el momento de realizar la investigación, Monsanto era la única empresa en México que había avanzado en evaluaciones semi-comerciales de bioseguridad y la única que podía ofertar el algodón transgénico resistente al ataque de insectos en el país.

En general, los productores de algodón no guardan semilla de un ciclo a otro porque el algodón hueso se entrega en los despepites y la pepita de algodón es el pago para la despepitadora y la fibra para el productor. Estos productores en consecuencia están acostumbrados a comprar semilla año con año. En tales

⁹⁴ Comunicación personal con el M.C. Víctor Morales, especialista en propiedad industrial.

condiciones, renunciar a un derecho como guardar semilla no es algo que les cause mayor problema. Por otro lado, si bien algunas de las asociaciones de productores de algodón –por medio de las Fundaciones PRODUCE– han financiado investigación en torno al algodón resistente al ataque de insectos, ha sido en relación con su uso y no para el desarrollo de nuevas variedades transgénicas, actividad que muy pocos centros de investigación en el país podrían abordar.

Por último, en relación con este punto, cabe destacar que las excepciones asentadas en la Ley Federal de Variedades Vegetales y en la de Propiedad Industrial relativas a requerir del consentimiento del obtentor para guardar semilla para uso propio, como grano para consumo o siembra o, como insumo para investigación no constituyen derechos irrenunciables. De cualquier forma valdría la pena preguntarse las posibilidades reales que tendrían algunos actores de intervenir al respecto.

Escenario del proyecto

El algodón resistente al ataque de insectos se ha difundido en diferentes regiones del país –con mayor o menor aceptación de los productores– en estrecha relación con la efectividad de este producto sobre el patrón de plagas vigente. A lo largo de las etapas estudiadas, en la evaluación beneficio/costo de este producto se manifiesta un claro predominio de criterios agrícolas por encima de los criterios de tipo ambientalista; sin embargo, los cambios que se han dado en los aspectos reguladores en el país implicarán un mayor énfasis en cuestiones ambientales y una mayor injerencia, al menos en el papel, de las instituciones gubernamentales encargadas del ambiente en relación con el uso ampliado del algodón resistente al ataque de insectos en México.

Asimismo, los cambios observados en el ambiente internacional que rodea a la red de algodón permiten esperar, en el corto plazo, mayor interés y participación de ONG ambientalistas

en la manera en que se utiliza este producto en el país. Esta mayor vigilancia sobre los posibles riesgos derivados del cultivo del algodón transgénico en el ambiente, seguramente tendrá un efecto “correctivo” sobre estrategias tipo “comercializar por comercializar”, como las desplegadas por Monsanto. Además, la participación de actores locales con capacidad técnica, tanto gubernamentales como de centros de investigación, seguirá siendo crítica para una adecuada evaluación beneficio/costo del algodón transgénico. Por otro lado, la reducción de insecticidas en el ambiente puede atraer la participación de los actores locales en el debate sobre la utilización de plantas resistentes al ataque de insectos, como es el caso de los habitantes y trabajadores de las zonas agrícolas donde se esté utilizando y de zonas aledañas, lo que significará mayores contrapesos en dicho debate. Los caminos para la participación de nuevos actores quedarán institucionalizados al instrumentarse la nueva norma para la liberación al ambiente de OGM a nivel piloto y comercial, en proceso de discusión en esta tercera etapa.

Los nuevos algodones que están siendo probados o están en espera de autorización —en superficies del orden de mil hectáreas en el país— son de Monsanto y de Aventis, e incluyen rasgos de resistencia a insectos, resistencia a herbicidas y/o ambos rasgos de manera combinada, lo que implica mayor complejidad en el manejo de la información y la necesidad de un actor gubernamental fuerte que integre la información generada, la analice de manera conjunta y establezca las medidas necesarias para la adecuada utilización de dichos cultivos, papel hasta el momento desempeñado por la empresa Monsanto.

Al respecto, es importante señalar que tanto la DGSV como la DGIOECE tendrán que realizar no sólo un papel más central, sino actuar de manera coordinada en la recopilación y análisis de la información generada sobre tales cultivos, lo que implicará destinar mayores recursos para este propósito por parte de ambas instituciones, así como hacer adecuaciones en su organización. En ese sentido, será de gran importancia la experiencia

local y central que ha tenido la DGSV desde que se inició el proceso con productos transgénicos en el país, especialmente la de nivel piloto, y es de esperarse que siga siendo la institución gubernamental líder y en consecuencia que los criterios agrícolas sean los dominantes. Sin embargo, la experiencia local en manejo integrado de plagas permitirá incorporar criterios ambientales en la utilización de este cultivo.

La disponibilidad de algodones transgénicos se seguirá dando en función de las necesidades de los grandes mercados internacionales, por lo que su utilización en México será como una extensión de estos mercados, es decir que no se dispondrá de variedades creadas *ad hoc* para las necesidades imperantes en el país. Por otra parte, de mantenerse las condiciones establecidas en el contrato de licencia para el uso de la tecnología genética de Monsanto, no tendrán acceso a ésta aquellos productores con menos de cuarenta hectáreas destinadas al cultivo —excepción hecha de los que estén organizados en asociaciones cuyas tierras compactadas excedan este límite.

Comprobación de hipótesis

En este apartado se resumen los aspectos relacionados con la comprobación de las mismas hipótesis presentadas en la Introducción. Como vimos, la complejidad de interacciones en los procedimientos para atención de solicitudes relativas a la liberación piloto y comercial de OGM en el país, en las propuestas de norma hechas por la Sagarpa y la Semarnat reflejan, por un lado, el espacio ganado por los nuevos actores de la sociedad civil, es decir, el público en general y las ONG y, por el otro, el énfasis en aspectos ambientales representado por la participación de instituciones gubernamentales relacionadas con el ambiente en niveles similares a los que han mostrado las instituciones gubernamentales agrícolas.

Es importante considerar que el cumplimiento de todos y cada uno de los procedimientos asentados en la norma implica-

rá un gran número de recursos humanos, técnicos, económicos y de organización no sólo para quienes presenten las solicitudes, sino para quienes las evalúen y autoricen. Lo anterior implicará, a su vez, elevar las barreras de entrada en el desarrollo y utilización de OGM en el país, lo que seguramente dificultará el acceso de empresas semilleras e instituciones de investigación nacionales al desarrollo y prueba de OGM, ya que sólo los grandes complejos, tipo Monsanto, tendrán la capacidad y recursos para realizar estas actividades. Cabe señalar que la complejidad institucional implícita en ambas propuestas de norma es difícil que pueda instrumentarse, especialmente en el caso de las instituciones gubernamentales vinculadas con el ambiente.

Respecto de la propiedad intelectual, lo relativo al acceso por parte de productores, se han concretado mediante contratos de licencia de la tecnología genética, considerando a ésta como un secreto industrial. Con este contrato, el licenciatarario se compromete a no conservar, guardar o almacenar semilla producida de la semilla de algodón resistente al ataque de insectos adquirida con propósitos de siembra.

La primera hipótesis, relativa a que propiedad intelectual y bioseguridad afectarían el acceso de los actores a la tecnología en cuestión, excluyendo a aquellos con deficiencias en recursos y en organización, puede ser constatada mediante:

- Las condiciones establecidas en el contrato de licencia, como las relativas al compromiso del licenciatarario de contratar por su cuenta a un entomólogo, a efecto de cumplir con las normas de bioseguridad.
- Las características de los programas para manejo de resistencias que el productor se compromete a instrumentar con base en el contrato de licencia, que implican la posesión de al menos cuarenta hectáreas por licenciatarario.

Lo anterior se refuerza con lo observado en la investigación de campo y en los datos publicados acerca del tamaño de las super-

ficies sembradas en el norte del país, así como con el testimonio obtenido en esta investigación relativo a la negativa de Monsanto de proporcionar su “tecnología genética” a un productor que solicitaba semilla para la siembra de diez hectáreas.

En este sentido la falta de recursos y organización para el manejo, es decir de falta de capacidad de los actores para procesar la tecnología en cuestión, al igual que en el primer caso, limitaría su acceso a los pequeños productores.

En cuanto a la segunda hipótesis, la red del proyecto de algodón resistente al ataque de insectos en el país, hasta el momento, no ha atraído la atención de nuevos actores tales como las ONG ambientalistas, tanto internacionales como locales, así como de organizaciones de consumidores, como ha sucedido con el maíz, no sólo por la mayor importancia económica y social de éste en México, en comparación con el algodón, sino también porque a pesar de que ambos son cultivos básicos la relación del algodón con la alimentación es menos directa. Pero también, porque el algodón resistente al ataque de insectos no ha sido importante para el debate entre la Unión Europea y Estados Unidos en torno a los OGM y, en consecuencia, las ONG internacionales con presencia en el país no han generado campañas en torno a este producto. Por su parte, las ONG locales tampoco cuentan con recursos, ni han generado las alianzas para apoyar investigaciones independientes en torno a los efectos de este cultivo.

Por otro lado, en las zonas agrícolas donde el algodón resistente al ataque de insectos ha sido efectivo, las emisiones de pesticidas a la atmósfera han disminuido sensiblemente y, por tanto, los intereses de productores, complejos, investigadores, funcionarios de sanidad vegetal y habitantes de zonas aledañas han coincidido acerca de la relación beneficio/costo que ofrece esta tecnología. El consenso alcanzado a escala regional por estos actores respecto del algodón Bt da cuenta de la rapidez con que se ha adoptado. Además, el hecho de que el algodón resistente al ataque de insectos no se haya difundido en regiones donde hay algodones criollos o parientes silvestres del algodón, no ha cau-

sado oposición de ONG ambientalistas internacionales o locales que pudieran ver a esta tecnología como una amenaza para la biodiversidad.

Por otro lado, el trabajo realizado en torno a las nuevas regulaciones para la liberación piloto y comercial de OGM sienta las bases para la participación de ONG y público en general dentro del proceso de análisis y evaluación de OGM en el país, al menos en papel. La efectividad de esta participación para orientar la tecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio dependerá, en parte, de la capacidad que tengan los diferentes actores que participan en el proceso para generar conocimiento que sea visto por la sociedad como transparente y participativo (Gibbons, 1999:C81).

En el caso del algodón Bt han surgido proyectos específicos en el país para generar conocimiento con tales características, pero es importante destacar las dificultades asociadas a este tipo de esfuerzos, dada la participación de Monsanto en la mayor parte de actividades requeridas para la liberación en campo de este producto a nivel piloto y su control sobre la información generada. Su poder en la puesta a punto y adopción de la tecnología Bt guarda relación con los recursos y organización que destina este actor para participar en las distintas y demandantes actividades que incluye la normatividad actual; de hecho, son pocos los actores que podrían tener tal nivel de participación y, por consiguiente, tal influencia en el proceso. Es indudable que, aun en su estado actual, la normatividad constituye una barrera de entrada para empresas pequeñas y medianas y centros de investigación públicos nacionales. Y esto es algo que deberá tomarse en consideración muy seriamente.

Desde hace algún tiempo se habían venido reportando casos de contaminación genética en campos aledaños a los sembrados con materiales transgénicos, que hasta cierto punto eran esperables. Sin embargo, desde el inicio de esta tercera etapa se han reportado casos de contaminación genética en Europa, donde existe una moratoria para el cultivo de estas plantas, y recientemente en

México, donde ha habido declaraciones del Secretario Técnico de la CibioGem y denuncias de algunas ONG encabezadas por GreenPeace, que advierten sobre la presencia de maíz transgénico en campos agrícolas de este país, donde nunca ha sido autorizado su cultivo, y hace más de dos años existe una moratoria para la realización de pruebas a nivel experimental.

La contaminación genética empieza a ser una realidad en diferentes lugares del mundo, y aunque en el caso de algodón no se han presentado reportes al respecto a escala internacional y/o local, ni es esperable que se presenten en México por la forma en que hasta el momento se ha manejado el cultivo del algodónero,⁹⁵ los casos presentados y la manera en que se está utilizando la biotecnología en el mundo, refuerzan lo asentado en la hipótesis 3, relativo a que si no se realizan cambios importantes en la regulación y promoción de la agrobiotecnología, los posibles efectos negativos en el ambiente y en la práctica agrícola por el acceso, ya sea a tecnologías inadecuadas –como podría ser la utilización de algodón transgénico en zonas donde los patrones de plagas no coincidan con las que puede combatir el producto en cuestión– o como a las que se acceda de manera no intencional –siembra de semillas no segregadas,⁹⁶ siembra de materiales “contaminados” genéticamente– o intencional podrían ser graves e irreversibles.

De ahí la necesidad de realizar cambios importantes en las actividades de regulación y promoción, más allá de los emprendidos hasta ahora, con especial atención en la capacidad para procesar la tecnología de todos y cada uno de los actores dedica-

⁹⁵ El proceso de despepite es muy agresivo porque la pepita no se destina a siembra sino a extracción de aceite y alimentación animal, el productor de algodón paga a la despepitadora con la pepita y sólo recibe la fibra. El algodón para semilla, en cambio, es un proceso muy cuidado, que está claramente separado de la producción de algodón para fibra, ya sea en el tiempo (diferentes fechas de siembra), en los lugares, a partir de barreras para evitar contaminación y porque se utilizan despepitadoras especiales (menos agresivas para la pepita).

⁹⁶ México importa semilla de algodón tanto de China como de Estados Unidos y en ambos países se siembra algodón Bt.

dos a desarrollarla, evaluarla, usarla o monitorearla, en el número de actores que será necesario y los recursos técnicos y económicos asociados, pero también en la manera en que deben estar organizados, reconociendo de manera especial su complejidad y multidisciplinariedad y las demandas sociales por una mayor apertura y participación en las diferentes actividades que son importantes en el desarrollo y uso de tecnologías de este tipo.

VI. Conclusiones

A lo largo de esta investigación se analizaron los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la agrobiotecnología de los diferentes actores que participan en su desarrollo y/o utilización en México.¹ Los resultados de otras investigaciones –que han hecho referencia a ambos aspectos– concuerdan en la importancia que tiene el acceso a tecnologías biológicas en países de menos desarrollo, aun cuando hayan sido realizados para otros sectores y/o contextos o enfocados a grupos específicos de actores.

En sus inicios la preocupación central del trabajo partía del convencimiento de que al difundir esta tecnología se beneficiaría la agricultura de México; de ahí que se considerara necesario identificar propuestas que mejoraran el acceso. Sin embargo, al reparar, por un lado, en que la bioseguridad y la propiedad intelectual podrían condicionar o impedir el acceso a ésta a los investigadores, a las semilleras y a los productores involucrados en su desarrollo y/o uso y, por otro, que entre consumidores y otros grupos sociales se incrementaban las dudas, temores y demandas en relación con los aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual, el objeto de estudio de la investigación se volvió más complejo.

El proceso mismo de formación del doctorado, la labor de dirección de la tesis, la investigación de campo, como también

¹ Aunque se reconoce, de entrada, que el acceso a una tecnología como ésta puede ser afectado por múltiples factores.

la evolución que ha tenido, llevaron a superar la noción acrítica de idoneidad *per se* de la tecnología que permeaba el planteamiento inicial para ahora enfocar el problema del acceso a esta tecnología más allá de la óptica de formular líneas de política para su promoción y regulación.²

Así, en el transcurso de la investigación el desarrollo y uso de la agrobiotecnología, con sus características de complejidad, apropiabilidad y riesgo se fue revelando como un proceso interactivo y participativo que conducían los mismos actores involucrados en su desarrollo y utilización. En un proceso con tales características, el acceso a la tecnología no debía ser accidental y los actores involucrados deberían contar con información y capacidad de análisis sobre los beneficios y riesgos ofrecidos por ésta.

De ahí que la motivación inicial de esta investigación se transformara para avanzar en el entendimiento de los diferentes aspectos relacionados con su desarrollo y uso, para que el acceso –por parte de los diferentes actores involucrados– fuera intencional e informado y sus beneficios –para sectores más amplios– excedieran sus riesgos; reconociendo de entrada que la demanda de la agrobiotecnología respondería finalmente a la percepción de riesgos y beneficios de quienes iban a utilizarla, pero que esa percepción reflejaría, a su vez, las restricciones y oportunidades del entorno.

Además, que los mencionados beneficios para sectores más amplios excedieran los riesgos, guardaba una estrecha relación no sólo con la posibilidad de ampliar la base en la toma de decisiones de la tecnología –incluyendo consideraciones importantes para la salud, el ambiente, la práctica agrícola, etcétera– sino también con la participación de actores con capacidad para orientar la tecnología y de interactuar con otros en actividades de promoción y regulación en materia de propiedad intelectual y bioseguridad, así como con la disponibilidad de recursos técnicos y económicos y la existencia de marcos legales adecuados.

² En los ESOCITE, además, se han reconocido ampliamente las dificultades que involucra guiar una tecnología desde una perspectiva externa.

En ese sentido, seguía siendo una preocupación central estudiar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso –lo que académicamente se justificaba *per se*, pero también, por la interacción y participación social que estaba atrayendo su desarrollo y uso se consideró importante incorporar en nuestros objetivos un análisis de las posibilidades que tendrían los actores de reorientarlo hacia objetivos de beneficio social más amplio.

En este capítulo se integran las conclusiones y se sugieren posibles áreas de interés para posteriores investigaciones. En la primera parte se presentan las conclusiones sobre el marco para el análisis y las herramientas empleadas en esta investigación; en la segunda, las conclusiones generales relacionadas con las hipótesis, y en la tercera algunas conclusiones generales relacionadas con los casos.

Sobre el marco de análisis y las herramientas utilizadas

La mayor parte de la literatura en torno al desarrollo y utilización de tecnología resalta la trascendencia que tiene este proceso para el crecimiento económico. Pero también, desde las ciencias sociales, se han realizado aportaciones que reconocen su importancia en el comportamiento social: la tecnología puede afectar profundamente a la sociedad, tanto como el comportamiento social puede afectar a la tecnología. En este sentido, y sin dejar de reconocer que el desarrollo y uso de una tecnología deben ser analizados de manera interdisciplinaria, esta investigación puso énfasis en la relación sociedad-tecnología. Por tratarse de una tecnología basada en ciencia, se consideraron las aportaciones que sobre esta relación se han hecho desde los ECyT.

En pocos campos tecnológicos como en agrobiotecnología ha sido tan perceptible esa relación de la tecnología con el comportamiento social en etapas aun tempranas de su desarrollo y uso. Hay varios aspectos que han despertado diversas reacciones

en los actores involucrados y han movilizado grupos de interés que afectan la marcha de ésta; entre ellos destaca el que los desarrollos en esta área pueden ser protegidos por derechos de propiedad intelectual fuertes, lo cual no tiene precedente en agricultura. De igual suerte, el que estos avances, pueden ofrecer, entre otros, riesgos para el ambiente y afectar la práctica agrícola especialmente en países de menos desarrollo.

Por otro lado, algunas de las características del campo tecnológico que se estudia –complejo, apropiable y riesgoso– dictaban ciertas elecciones del método a utilizar. No era lo mismo estudiar un campo tecnológico simple –donde un actor puede dominarlo y transmitirlo– a estudiar una tecnología compleja que implicaba el concurso de diferentes actores con ciertas capacidades y las relaciones entre ellos. De ahí la importancia de considerar tanto las relaciones entre los actores como los atributos.

La investigación de campo permitió entrelazar y aplicar enfoques teóricos que consideraban tanto las interacciones entre los diferentes actores del desarrollo y uso de tecnologías, como sus características y los factores que estaban interviniendo. Estos enfoques teóricos permitían además el análisis de procesos que estaban presentando un gran dinamismo, tanto en términos de lo sucedido como de lo que podría suceder, y establecer escenarios o pronósticos con supuestos explícitos.³

El desarrollo y uso de esta tecnología basada en ciencia se conceptualizó como el resultado de la interacción de múltiples actores a través del tiempo, que realizando distintas actividades tratan de alcanzar objetivos específicos; dando lugar en su quehacer al intercambio de diversos intermediarios⁴ en diferentes lugares, cuyas reglas no son únicamente las del mercado. De ahí la importancia del acceso a la tecnología por parte de los diferentes actores a lo largo de todo el proceso de desarrollo y

³ Según Otero, la validez de los escenarios puede ser evaluada en función de lo adecuado que sean los supuestos (Otero, 1991:24).

⁴ Cualquier cosa que tenga que ver con el desarrollo y utilización de la tecnología en cuestión.

uso y en consecuencia, de estudiar la manera en que aspectos como la propiedad intelectual y la bioseguridad pueden impedir, condicionar o facilitar el acceso a ésta.

El hecho de que la biotecnología esté fuertemente basada en ciencia, y hasta el momento esté siendo desarrollada como un conjunto de tecnologías genéricas de amplia aplicación (más que a partir de investigaciones adaptadas a requerimientos locales) dio la pauta para la utilización de enfoques y conceptos generados y/o aplicados en estudios de sectores industriales fundamentalmente.⁵

Para abordar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola, a nivel general y a nivel específico, fue importante visualizar el cambio tecnológico en agrobiotecnología como embebido en macroprocesos económicos, políticos, sociales y ambientales, con consecuencias que dependen del comportamiento de actores y del ambiente, y que toma lugar en una sociedad en la que la historia de cambios relacionados puede afectar el desarrollo y uso de la tecnología en cuestión.

Asimismo, fue de gran utilidad representar el proceso de cambio tecnológico en agrobiotecnología como el resultado de distintos tipos de actividades –realizadas por actores– que requieren no sólo de más recursos, con una mayor sofisticación, sino también de una organización diferente a aquella en la que se han desarrollado y producido el grueso de las innovaciones en agricultura. Se trata de una organización diferente, de mayor complejidad y en la que participan nuevos actores.

El análisis de este proceso se enriqueció al introducir la variable tiempo. En efecto, el desarrollo y uso de la agrobiotecnología puede representarse como el resultado de la participación de diferentes actores en actividades que se retroalimentan e interconectan y cuya naturaleza e importancia relativa va cam-

⁵ Además, desde los sesenta, Rogers había demostrado que algunas teorías de difusión de innovaciones podían ser aplicadas a la agricultura (1960).

biando en el tiempo, a saber: actividades de investigación y desarrollo, de producción y puesta a punto de la tecnología, de adopción y difusión de la misma, así como de promoción y regulación que permiten controlar la dirección de una tecnología. Así, la agrobiotecnología se podía visualizar a su vez como una red basada en el intercambio de intermediarios. Este marco para el análisis fue un aporte de esta investigación.

Con este marco se evidenció, por un lado, el gran número de las actividades que actualmente concentran ciertos actores –como los grandes complejos en el mundo–, lo cual se traduce en una gran convergencia de objetivos y en una mayor velocidad en el proceso de producción y difusión de innovaciones. Por otro lado, fue posible entender, de mejor manera, el nuevo papel que gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales están desempeñando en la promoción y regulación de una tecnología, incluidas las relacionadas con propiedad intelectual y bioseguridad.

Por su parte, el enfoque de redes sociotécnicas ofrecía valiosas sugerencias sobre las posibles maneras de guiar el desarrollo tecnológico sobre prioridades sociales.⁶ Este enfoque de visualizar al actor como procesador de intermediarios, dio la pauta para representar el acceso a la tecnología mediante elementos de una red: los nodos y sus interacciones. En este enfoque –donde se representa a la tecnología como intermediario (interacción) y al actor como procesador de intermediarios (nodo)– el acceso a la tecnología se compone de dos partes: por un lado, la tecnología debe estar disponible y, por otro, el actor debe poder utilizarla, lo cual depende de la capacidad del actor para procesarla.

Esta conceptualización del acceso constituye también un aporte de esta investigación, ya que en el caso de México la

⁶ Una red sociotécnica puede visualizarse de la siguiente manera: los actores constituyen los nodos de la red; debajo de cada actor y conectado a él solamente se encuentra su versión del artefacto; entre los actores están los enlaces que reflejan el intercambio de intermediarios (incluyendo a la tecnología). Los actores recombinan los intermediarios que entran, los procesan y los envían como nuevos intermediarios (a otros actores en la red). Los actores se caracterizan por la naturaleza de este proceso de recombinación (Elzen *et al.*, 1996:104).

propiedad intelectual y la bioseguridad habían sido visualizadas por los formuladores de políticas como prerrequisitos para el acceso a la nueva biotecnología aplicada a la agricultura, lo cual dio como resultado que desde fines de los ochenta y durante la época de los noventa se modificaran leyes, reglamentos y normas en la materia y se realizaran esfuerzos en adecuar las instituciones para poner en vigor el marco regulatorio que facilitara el acceso a la agrobiotecnología. Pero no se puso gran énfasis en lo que a lo largo de esta investigación se conceptualiza como el otro componente del acceso: la capacidad del actor para procesar la tecnología, ni en reconocer la influencia que podían tener las percepciones –en otras palabras, los intereses, sentimientos y conocimientos– de algunos actores sobre otros, acerca de las nuevas tecnologías y las prácticas institucionales en torno al uso seguro de la biotecnología, la protección del conocimiento y el control de la tecnología.

Aplicación del análisis de redes sociales

Desde los ECyT era posible visualizar el desarrollo y utilización de una tecnología compleja basada en ciencia, como la agrobiotecnología, implicando el concurso de diferentes actores, cuyas actividades los relacionaban y requerían de recursos técnicos, económicos y de organización, de normas y de marcos regulatorios. Todos ellos interactuando a través de un proceso que no se da en un vacío –y que es además acumulativo, donde las capacidades existentes y el aprendizaje son importantes– y que da como resultado una compleja interacción entre aspectos sociales y técnicos difícil de distinguir: el tejido sin costuras de la sociedad y la tecnología.

Esta metáfora sintetizaba también un largo debate entre corrientes muy establecidas al estudiar la relación sociedad-tecnología: los estudios de impactos y de formado social de la tecnología. La integración de ambos tipos de estudios en ensambles

sociotécnicos, ensambles que habían generado sistematizaciones como las redes sociotécnicas.

Por otro lado, dentro de los mismos ECyT algunos autores planteaban que la dificultad de distinguir entre lo técnico y lo social tenía bases puramente metodológicas; de ahí que cuando uno se enfocaba directamente en el proceso de creación del sistema o ensamble sociotécnico (de la red de desarrollo y uso en el caso de esta investigación), la distinción no sólo era deseable, sino necesaria. En ese sentido y dado el estado de avance incipiente de la agrobiotecnología, era importante que el enfoque utilizado permitiera identificar también a aquellos actores con mayores posibilidades de redireccionar esta tecnología.

Y aquí es donde se plantea otra aportación de nuestro trabajo: la aplicación del análisis de redes sociales al estudio de los ensambles sociotécnicos en función del estado de la red: si la red sociotécnica estaba muy definida era posible cuantificar, en caso contrario la red se describía.⁷ Además, la aplicación del análisis de redes sociales fue muy útil para “despertar la imaginación sociológica” y explorar algunas propiedades emergentes que surgían de la red y que fueron de utilidad para la comprobación de hipótesis (White, 2001:1). En ese sentido, la aplicación del ARS en esta investigación fue de gran relevancia metodológica tanto para definir los elementos a ser analizados, como en el análisis y en la comunicación de resultados, que permitió otra mirada acerca de cómo las propiedades de las conexiones de una red tienen consecuencias para los actores que la integran y para la caracterización de la estructura total de la red (Mizruchi, 1994:33; Faust, 2002:9).

⁷ Lo anterior había sido sugerido por Callon pero no se había aplicado al análisis de procesos de desarrollo de tecnologías complejas (aunque sí hay aplicaciones del análisis de redes sociales a procesos de difusión de tecnología). Pero además, la aplicación del análisis de redes sociales permitía identificar diferentes propiedades que surgen de la estructura de la red y que no son aparentes; algunas de ellas fueron de utilidad para identificar a aquellos actores con poder para orientar el desarrollo y uso de este tipo de tecnologías hacia objetivos de beneficio social más amplio.

Sin embargo, la aplicación de enfoques relacionales no sustituyó al análisis de datos de atributos de los actores. Por el contrario, el desarrollo y uso de agrobiotecnologías realizado a lo largo de esta investigación reconoció de entrada la relevancia tanto de las capacidades de los actores que realizan actividades importantes para el desarrollo y uso de tecnologías complejas, como de sus interacciones. Este reconocimiento se hizo al conceptualizar el acceso como mecanismo articulador y como la esencia del desarrollo y uso de la tecnología.

En términos de ARS, el acceso a la tecnología –como una propiedad relacional– pudo ser estimado como una variable dependiente o resultante a partir de una propiedad no relacional, como es la capacidad de procesamiento del actor (Faust, 2002:10). Establecer el acceso como una propiedad del par, no de un actor,⁸ es particularmente relevante para países de menos desarrollo como México, donde algunos actores no cuentan con las capacidades que les permitan “procesar la tecnología”, lo que se traduce en desarticulaciones en la red.

Otro acierto de esta investigación fue la utilización de redes de afiliación, esto es, actores afiliados a actividades importantes para el desarrollo y/o uso de agrobiotecnologías: tanto para delimitar las redes en los casos analizados y el posterior establecimiento de enlaces entre actores, como al ser conceptualizadas como un *locus*, que hacía posible el establecimiento de visiones compartidas o antagónicas entre actores que realizan una misma actividad –en torno al desarrollo y/o utilización de tecnologías complejas. Poder asociar actores con actividades realizadas permitió visualizar a partir de qué actividades los actores podían incidir en la orientación de la tecnología y en algunos casos, detectar eventos que podían provocar la formación de enla-

⁸ El acceso fue representado con ceros (no existe el acceso) o con unos (existe el acceso). Tales calificaciones implicaban analizar tanto si la tecnología se encontraba disponible como si el actor que la recibía tenía capacidad para procesarla. Esto último requería un análisis de los recursos (humanos, técnicos y económicos), así como de la organización que requería el actor para procesar la tecnología y su comparación con los recursos y organización disponibles.

ces y visiones compartidas entre actores. Además, en este tipo de procesos el paso de redes de afiliación a redes de actores no se circunscribió al resultado de una operación matemática; los posibles enlaces entre pares de actores fueron verificados para intercambios reales de intermediarios.

Por otro lado, el desarrollo y uso de tecnologías complejas implica no sólo flujos de intermediarios diversos, sino que además, en el caso de conocimiento, éste se va transformando a su paso por las actividades de I&D, producción de tecnología e incluso en las actividades de adopción; de ahí que aun a nivel de una misma actividad, los intermediarios intercambiados no sean homogéneos. En ese sentido, plantear las interacciones entre actores como intercambio de intermediarios (sin identificar el tipo de intermediario intercambiado) puede limitar la aplicación del ARS para la obtención de algunas propiedades emergentes de la red. En el caso de propiedades como las relacionadas con cohesividad, la diversidad de tipos de intermediarios intercambiados no constituyó una limitación y refleja la naturaleza del proceso bajo estudio. Es importante resaltar que relacionar los subgrupos (obtenidos a partir de redes de actores) con las actividades en las que los actores coincidían (redes de afiliación) hizo posible mayor contundencia en el diagnóstico. Las redes de afiliación, por su parte, permitieron además visualizar la manera en que los actores –al realizar ciertas actividades–⁹ pueden afectar el desarrollo y uso de la tecnología en cuestión.

Conclusiones acerca de las hipótesis

A lo largo de esta investigación, el análisis de los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola reafirmó la importancia de distinguir en el acceso, tanto los aspectos relacionados con la disponibilidad de tecnología, como

⁹ Se refiere especialmente a actividades de promoción y regulación de la tecnología.

los relacionados con la capacidad de procesamiento de los actores. Así, en términos de disponibilidad, la propiedad intelectual podía condicionar o incluso impedir el acceso de investigadores, empresas semilleras o productores agrícolas vía DPI. En aspectos relacionados con la falta de capacidad de los actores podía también incrementar los requerimientos de recursos y de organización, ya sea para procesar la tecnología, para negociar el acceso, para “darle la vuelta” a las innovaciones protegidas por DPI generando desarrollos derivados o alternativos o para establecer la vigilancia de posibles infracciones a estos derechos.

En el caso de la bioseguridad, de igual suerte fue importante distinguir los efectos de los dos componentes considerados en el acceso, ya que algunos aspectos podían impedir el acceso, ya sea negando los permisos para la liberación de OGM o restringiendo las zonas donde podían ser utilizados (aspectos relacionados con la disponibilidad de la tecnología), pero también porque los actores no tuvieran capacidad para cumplir con las regulaciones solicitadas en materia de bioseguridad *ex ante*, durante y *ex post* a su liberación, incluyendo su monitoreo (aspectos relacionados con la capacidad que tienen los actores para procesar la tecnología).

Lo anterior es muy importante para el acceso intencional, pero también pueden presentarse casos de acceso no intencional —que el productor tenga acceso a la tecnología por flujo génico de materiales transformados gracias a la acción del viento, los insectos o por intercambio de semillas. Estas situaciones plantean requerimientos extra en las capacidades de los actores para monitorear y mitigar los posibles efectos de ese flujo génico en el ambiente, en la práctica agrícola y en el comercio de los productos, e incrementan de manera importante la complejidad relacionada con su uso.

Hipótesis 1

En la hipótesis 1 de esta investigación se planteó que si en el país no se reforzaban de manera conjunta los aspectos relacionados

con la disponibilidad de la tecnología y con la capacidad de procesamiento de los actores, la propiedad intelectual y la bioseguridad afectarían el acceso de grupos importantes de actores. Especialmente, podían quedar excluidos del acceso aquellos actores que tuvieran deficiencias en recursos y en organización para manejarla (capacidad de procesamiento del actor tanto a escala intra como interinstitucional), como son las semilleras locales y los pequeños productores.

Por supuesto, se reconocía de entrada que el acceso estaba determinado por múltiples variables y debido a la naturaleza de las variables involucradas era muy difícil aislarlas para estimar su influencia. En ese sentido, el desarrollo agrícola de un país como México no involucraba respuestas simples, ni uniformes; requería del fortalecimiento de instituciones: de investigación agrícola, del desarrollo de mercados de productos y de insumos agrícolas, del establecimiento de agencias reguladoras adecuadas, pero muy especialmente del fortalecimiento de procesos políticos que permitieran orientar las actividades agrícolas hacia una contribución más sustantiva para el alivio de la pobreza. Nuestra investigación hizo patente que el desarrollo y/o uso de agrobiotecnologías requiere —como punto de partida— de las condiciones antes señaladas más un *plus*.

En el caso del algodón es muy claro que se ha difundido en las zonas con mayores niveles de bienestar en el país. Ese *plus* ha sido cubierto en alguna medida por gobiernos federales y estatales que han subsidiado una parte del sobreprecio de la tecnología y que han establecido programas especiales de investigación. Otra parte importante de ese *plus* ha sido aportada por la propia empresa, tanto en lo que concierne a vigilancia y monitoreo de la seguridad biológica, como para el control y vigilancia de los derechos en materia de propiedad intelectual. Pero también los productores agrícolas han realizado un esfuerzo por aprender nuevas técnicas e invertir en nuevos insumos.

Este tipo de actores, así como el “ambiente de selección” prevaeciente en esas zonas algodonerías no está distribuido de manera homogénea en el país; el algodón, hasta el momento, no se

ha difundido en zonas de menores niveles de bienestar, algunas de las cuales además coinciden con zonas protegidas por ser centro de origen y/o diversidad del cultivo. Los niveles de difusión que ha alcanzado el algodón resistente al ataque de insectos son considerables,¹⁰ lo que aunado a los elementos utilizados a lo largo de esta investigación permiten comprobar la hipótesis 1 –para el caso de difusión a nivel precomercial de este cultivo– pero también permiten suponer que la complejidad institucional asociada a los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad de OGM, especialmente de plantas bioplaguicidas,¹¹ elevará las barreras para que productores de menos recursos así como empresas semilleras, pequeñas o medianas, puedan tener acceso a otras tecnologías similares.

El tipo de actores que han participado en el uso de esta tecnología en el país, las interacciones que han establecido entre ellos, así como los recursos técnicos y económicos que se han movilizado no representan el estándar en México. De hecho, son representativos de las zonas agrícolas de mayor desarrollo económico en el país. En consecuencia, la utilización ampliada de agrobiotecnologías de primera generación que llevan asociada una gran complejidad regulatoria es muy posible que se vea limitada por las deficiencias que existen, en primer lugar, en materia de desarrollo agrícola y agudizada por las deficiencias en aspectos reguladores en bioseguridad, independientemente de que se lograran acuerdos en materia de DPI que garantizaran la disponibilidad de tecnología.

Respecto de la papa resistente a virus, aunque hasta el momento no se haya iniciado la etapa de adopción, las observaciones realizadas en el caso de algodón permiten suponer que el acceso de pequeños productores a dicha tecnología –de por sí

¹⁰ En términos de lo que puede alcanzar un desarrollo tan específico como éste en función del patrón actual de plagas en las regiones agrícolas donde se ha autorizado su cultivo.

¹¹ Las plantas resistentes al ataque de plagas y enfermedades han sido consideradas como candidatas muy probables para ser utilizadas por pequeños productores.

problemático por la falta de canales de distribución para las semillas de papas resistentes a virus, por la carencia de asistencia técnica, por la falta de infraestructura para comercializar la producción— se vería seriamente limitado además por la complejidad institucional que actualmente requiere la evaluación piloto de OGM, así como el monitoreo en campo que —de acuerdo con la normatividad en proceso en esta materia en el país— sería necesario instrumentar para la liberación piloto y comercial de cualquier planta transgénica.

En el caso de los investigadores de Cinvestav-I, la propiedad intelectual afectó el acceso en términos de disponibilidad, ya que Monsanto estableció límites precisos a la aplicación de los conocimientos transferidos a ciertos tipos de variedades de papa, pero fue muy claro que el acceso a esta tecnología fue posible porque este Centro contaba con las capacidades necesarias para “procesar la tecnología”. Por su parte, la relación entre Cinvestav-I e INIFAP se vio afectada, en algunos casos, porque los investigadores tienen visiones diferentes acerca de la utilidad de la papa resistente a virus para pequeños y grandes productores. Además, también pudieron documentarse rechazos recientes hacia la tecnología transgénica en general, por parte de procesadores de alimentos (incluyendo papa), como reacción a una creciente percepción negativa hacia los OGM en el mundo.

Hipótesis 2

A lo largo de esta investigación ha sido notoria la forma en que se ha reafirmado el carácter dual de las medidas de propiedad intelectual y bioseguridad, tanto como principio político como de reestructuración. La manera en que los diversos grupos que están en contra de los OGM han ido consiguiendo aliados y han hecho que se escuchen sus puntos de vista en sociedades de diversos grados de desarrollo, da cuenta de un poder en la sociedad que no está basado en estructuras materiales, como la propiedad del capital. Para interpretar esta clase de poder es importante la metá-

fora de la red y su operación, ya sea en términos de centralidad, de grupos de influencia (cliques) o de actores estructuralmente equivalentes que compiten por el favor de ocupantes de otras posiciones. En esta metáfora es importante retomar uno de los puntos en los que se ha insistido a lo largo de esta investigación: los actores y las actividades que realizan.

Las ONG consiguen aliados entre votantes y cabildean para el logro de regulaciones que corten vínculos en el proceso de innovación: que no se realicen cierto tipo de experimentos, que no se rebasen determinados límites geográficos, etcétera. Pero también consiguen aliados entre consumidores para que éstos corten el vínculo del consumo, algo muy importante para hacer retroceder las estrategias de cualquier empresa. Pero esto no se hubiera logrado de no existir un substrato de desconfianza en la sociedad ante los riesgos que ofrecen las agrobiotecnologías y los escasos beneficios para los consumidores.

Las innovaciones no han logrado el paso de paradigma potencial a paradigma por diferentes razones, que se han asentado a lo largo de esta investigación. Pero además, sus oponentes contraponen opciones tecnológicas muy seductoras: agricultura orgánica, agricultura sustentable, etcétera. En este sentido, la teoría de redes no puede decir por qué ciertas organizaciones tratan de reforzar determinados símbolos, pero sí puede ayudar a explicar por qué ciertas formas, como opuestas a otras, son adoptadas, independientemente de si son más eficientes en términos objetivos.

Las medidas de bioseguridad requieren que los aspectos políticos, así como los científicos y técnicos vayan de la mano.¹² Es

¹² Para Stirling el análisis de riesgo tiene tres componentes esenciales: evaluación del riesgo, manejo del riesgo y comunicación del riesgo. En la evaluación del riesgo el consejo científico tiene un gran peso, pero la multidimensionalidad de los posibles efectos de los OGM, el que muchos de sus impactos sean cualitativos en naturaleza y el que no puedan ser reducidos de manera no ambigua a una simple medida de desempeño, reduce el peso del consejo científico en esta actividad. Además, según este autor, la prioridad relativa asociada a las diferentes dimensiones del riesgo, es intrínsecamente una materia de juicios de valor subjetivos (1999:9-12). En el manejo del riesgo se acepta que se debe tomar en cuenta otra

indudable que una serie de efectos inesperados en la liberación de estas plantas contribuyó a incrementar el poder de convocatoria de los grupos que se le oponen en el mundo, especialmente de países más desarrollados. Pero la posibilidad de estos nuevos actores para influir en el acceso depende de manera importante de la existencia de marcos legales que les permitan a los nuevos actores asignar responsabilidades, fincar demandas y exigir compensaciones para quienes puedan verse afectados (posibilidad de incidir en el acceso de manera directa a partir de su componente de disponibilidad); así como de su capacidad para influir en las preferencias de consumidores y usuarios alertándolos sobre los riesgos e impactos potenciales que la agrobiotecnología puede representar, posibilidad que guarda una estrecha relación con el otro componente del acceso: la capacidad de procesamiento del actor y la manera en que éste reacciona al ambiente que rodea a la red de desarrollo y/o utilización de la tecnología.

De ahí que en la hipótesis 2 se haya planteado que si en el país no se refuerza la capacidad de procesamiento de los grupos movilizadas para tomar decisiones bien informadas en materia de propiedad intelectual y bioseguridad, y no se establecen los marcos legales adecuados en ambos aspectos, que permitan fincar demandas y exigir compensaciones para los actores que puedan verse afectados, las posibilidades de los nuevos actores para orientar a la agrobiotecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio serán muy limitadas.

Al respecto, es importante destacar que el trabajo en el establecimiento de marcos reguladores, especialmente en materia de bioseguridad, ha ido avanzando en el país aunque de manera lenta, pero incorporando cada vez más la participación de nuevos actores en las diferentes etapas de evaluación y manejo del

variedad de factores cuando se establecen políticas, tales como los sociales, económicos y políticos. Además, según Carsin hay tres principios que deben ser estrictamente aplicados en la manera en que se obtiene el consejo científico: excelencia, transparencia e independencia (2000:132-136).

riesgo –al menos en el papel–,¹³ cosa que no sucedía con anterioridad. De igual suerte, hay un creciente poder de convocatoria de ONG ambientalistas y de organizaciones de productores para la discusión en diversos foros. La conciencia de estar participando en actividades reguladoras entre estos actores, así como el establecimiento de visiones compartidas, se ha facilitado por la utilización de canales de información como el correo electrónico y la internet. La capacidad de argumentación técnica de algunos actores también se ha incrementado en términos relativos, pero sigue siendo general y existe muy poca investigación, a escala local, sobre los posibles riesgos y beneficios de los OGM, que alimenten de manera objetiva¹⁴ las percepciones de los diferentes actores involucrados.

Hipótesis 3

En cuanto a la tercera hipótesis, relativa a que si no se realizan cambios importantes en las actividades de regulación –más allá de los emprendidos hasta ahora en materia de propiedad intelectual y bioseguridad– que atiendan tanto lo relacionado con la capacidad de los actores para manejar la tecnología, como las interacciones que deben establecer, los posibles efectos negativos en el ambiente y en la práctica agrícola podrían ser graves e irreversibles; es importante destacar que al momento de cerrar esta investigación –segunda mitad de 2001– se empezaron a dar avances de resultados de investigaciones realizadas en el país,¹⁵ que ponían de mani-

¹³ Se refiere al proceso de discusión para el anteproyecto de norma oficial mexicana NOM-FITO/ECOL-2001, acerca de los requisitos para la importación, movilización y liberación al ambiente en programas piloto y con fines comerciales de organismos genéticamente modificados destinados al uso agrícola.

¹⁴ Evaluando con rigor y transparencia las opciones tecnológicas a las agrobiotecnologías.

¹⁵ Se refiere a una conferencia que iba a ser impartida en la Ciudad de México en mayo de 2001 por el doctor Ignacio Chapela –autor de la investigación que alertó sobre la presencia de maíz transgénico en comunidades de Oaxaca– y que fue cancelada. Posteriormente, en junio de 2001 la presencia de maíz transgénico en milpas tradicionales de Oaxaca fue denunciada en el Congreso de la AMER.

fiesto la presencia de maíz transgénico en milpas de maíces criollos en algunas zonas agrícolas del sur del país.

Esta –en aquel entonces posible– contaminación genética enfrentaba al país a la incapacidad de controlar desviación de uso de maíz importado para consumo hacia semilla¹⁶ y/o contrabando de semilla transgénica, así como a las dificultades de preservar la riqueza genética del maíz *in situ*; de igual suerte, planteaba la ineficacia de haber suspendido en México –desde 1998– la realización de cualquier tipo de prueba de campo a nivel experimental con maíz transgénico. Pero muy especialmente enfrentaba al país a la necesidad urgente de construir una serie de capacidades importantes no sólo en materia de bioseguridad, sino para el fortalecimiento de su seguridad alimentaria y la protección de la biodiversidad.

Después del cierre de esta investigación se hicieron públicos los resultados de una investigación realizada por el INE y la Conabio donde se comprobaba la presencia de contaminación genética en variedades de maíces criollos en la Sierra Norte de Oaxaca. A la fecha, hay investigaciones en curso –que involucran la participación de centros públicos y dependencias gubernamentales– para detectar contaminación genética en otras zonas del país; pero resalta la escasa respuesta nacional, en primer término, para evaluar los primeros resultados de una investigación que –aunque ha sido cuestionada a escala internacional por falta de rigor– alertó sobre un problema de capital importancia para el país y para el mundo;¹⁷ y en segundo, destaca la falta de interés de las autoridades gubernamentales y la lentitud para instrumentar acciones (desde diferentes frentes) en torno a la mitiga-

¹⁶ Desde hace varios años que en el país se importan algunos millones de toneladas de maíz por año procedente de Estados Unidos, se trata de maíz para consumo; éste no ha sido segregado por lo que puede venir mezclado con los diferentes tipos de maíz transgénico que se siembran en Estados Unidos (resistente a insectos, a herbicidas así como a insectos y herbicidas de manera combinada).

¹⁷ Los resultados del doctor Chapela no fueron tomados en cuenta hasta que fueron publicados por una revista científica internacional, cosa que sucedió algunos meses después de su anuncio en un acto académico local.

ción del problema, que eviten que los efectos de cualquier desarrollo en este campo sean graves e irreversibles. Es importante considerar que lo anterior debe incluir la evaluación, con rigor, de las opciones tecnológicas a las que se pueda tener acceso.

Conclusiones sobre los casos

El desarrollo y utilización de estos avances en México era muy incipiente en la época en que se hizo el primer planteamiento de esta investigación y en consecuencia no tenía sentido obtener datos de tipo estadístico. De ahí que se haya tomado la decisión de realizar estudios de caso para dos estrategias extremas que se visualizaban en el acceso a la biotecnología agrícola: el desarrollo de tecnología endógena y la importación de las semillas mejoradas. Los estudios de caso, además, permitirían obtener evidencia empírica con más detalle y compensar la carencia de un mayor número de casos.¹⁸

La comprobación de hipótesis para cada uno de los casos se presenta de manera detallada en el cuerpo del texto para el caso de la papa resistente a virus y para el del algodón resistente a insectos. Hay además conclusiones importantes respecto de los casos analizados que vale la pena resaltar en esta sección.

Caso de la papa resistente a virus

Los argumentos en el caso de papa se basaron en investigación de campo sobre variedades convencionales y sobre los sistemas de producción de semilla a nivel formal e informal. En el acceso a produc-

¹⁸ Como ya se señaló, los estudios de caso constituyen una herramienta adecuada para entender procesos complejos; además, permiten explorar situaciones donde algunas variables que pueden ser interesantes para la investigación no están predefinidas, lo que permite estructurarlas y analizarlas; proporcionan también un buen entendimiento de factores de éxito y fracaso.

tores y semilleras, los efectos (costos o beneficios) son potenciales, puesto que el producto no ha llegado a la etapa de adopción.

Por tratarse de una tecnología que no era del dominio público –aunque no haya estado protegida en México por algún DPI–, hubo una serie de restricciones a los investigadores para su aplicación en las diferentes variedades que se comercializan en México. A cambio de lo anterior los investigadores pudieron allegarse conocimiento tácito y codificado acerca de cómo una empresa líder en agrobiotecnología en el mundo realizaba desarrollo tecnológico y ponía a punto su tecnología, lo que era muy importante para el propósito de utilizar el caso de la papa como modelo de transferencia y adaptación de tecnología que no era de libre acceso. Además, a partir del proyecto de papa resistente a virus Cinvestav-1 obtenía derechos de propiedad intelectual sobre las variedades desarrolladas para hacerlas llegar sin repercusiones a su población objetivo: una amplia gama de productores de papa que producían para el mercado en fresco en el país.

Pero aunque actualmente existe una tecnología genérica –propiedad de una multinacional– que ha sido donada y adaptada a variedades locales por un centro de investigación nacional, es todavía incierto si esta tecnología va a poder llegar a los diferentes tipos de productores a los que está dirigida. Y esta investigación señala una serie de aspectos que deben reconocerse y mejorarse no sólo para que los diferentes actores involucrados puedan tener acceso a tecnologías de este tipo de una manera intencional e informada en donde los beneficios para sectores más amplios de la población excedan los riesgos, sino también para que el camino seguido por este desarrollo pueda servir de modelo para futuras transferencias y adaptaciones de tecnologías que no son del dominio público.

En primer término, la investigación pone de manifiesto la gran desarticulación entre el centro de investigación y sus posibles usuarios para “definir el objeto técnico” y aunque esto no forma parte de los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad, es de gran relevancia para investigaciones futuras y para el papel que

pueden y deben desempeñar las ciencias sociales –asociadas por supuesto a ciencias agronómicas y de biotecnología vegetal en la definición del objeto técnico– especialmente en el caso de pequeños productores: la identificación de oportunidades de investigación no es un proceso que se pueda realizar desde un escritorio o un laboratorio, ni al margen de las necesidades percibidas por los productores aun y cuando haya carencias de educación de por medio que les dificulten reconocer los problemas.¹⁹

Los aspectos relacionados con el proceso completo –es decir tanto el desarrollo como la utilización– deben ser contemplados desde el inicio de un proyecto y retroalimentados con los cambios que ocurran en el ambiente, so riesgo de que el proyecto no llegue a sus usuarios finales. Cinvestav-I no puede seguir siendo el actor central a lo largo de todo el proceso de desarrollo y uso, porque sus funciones no incluyen el producir la tecnología ni participar en su adopción. En el caso de la papa resistente a virus, además, los cambios en el ambiente provocados por aspectos de bioseguridad implican mayor complejidad en el acceso para los diferentes tipos de actores.

Caso del algodón resistente al ataque de insectos

En el caso del algodón, la investigación de campo fue realizada en áreas sembradas con variedades transgénicas. El producto ha reducido la emisión de pesticidas a la atmósfera en las regiones donde las plagas prevalecientes son las mismas para las que fue diseñado. Esta afirmación, lejos de ser redundante, tiene sentido, ya que existen lugares en la República Mexicana donde se ha

¹⁹ La problemática que enfrentan los pequeños productores es multifactorial y es muy posible que las virosis de la papa estén afectando el rendimiento, pero al haber otros factores, su importancia real puede quedar enmascarada. De ahí que la importancia percibida de un problema sea muy relevante para aceptar la solución que lo puede resolver. En caso de no ser así –como ha sucedido con las virosis en las comunidades estudiadas– se deben hacer esfuerzos adicionales en asistencia y educación de los posibles usuarios de la tecnología que se pretende introducir.

promovido la utilización de este algodón a pesar de no ser efectivo para las plagas presentes en ciertas zonas.

La complejidad institucional asociada al manejo de los aspectos de bioseguridad constituye una barrera para el acceso a la tecnología para semilleras locales y pequeños productores. Sólo empresas del tamaño de Monsanto pueden tener la capacidad de manejar e implantar la vigilancia en materia de propiedad intelectual.

La formación del mercado del algodón transgénico ha estado influida también por factores que no son de mercado, tales como: la existencia de instituciones reguladoras con experiencia en manejo integrado de plagas, de investigación y asistencia técnica para la adaptación de las variedades transgénicas, de productores con alto grado de capacitación, de marcos legales que facilitan las asociaciones de productores, del establecimiento de subsidios para la compra de la tecnología transgénica, etcétera. Monsanto ha establecido precios diferenciales a la tecnología: lo incrementa en las zonas donde gracias a tales factores la tecnología es más efectiva. De esta forma, la empresa se ha beneficiado de una serie de factores en los que no ha tenido que invertir.

Existen, sin embargo, factores estructurales que determinan una baja competitividad en la producción de algodón en el país. Frente a estas deficiencias, la tecnología del algodón resistente al ataque de insectos –al igual que otras– difícilmente puede ser efectiva.

Enseñanzas de la investigación para otros casos

Es un hecho que tanto a escala internacional como nacional se están abriendo espacios de participación en actividades de control en este campo para nuevos grupos sociales. Se trata de procesos de gran complejidad cuyo estudio es apasionante para diferentes disciplinas, pero muy especialmente para las ciencias sociales. En el inicio del doctorado la aspiración –de manera un tanto inocente– era que los resultados de la investigación aportaran elementos para la formulación de políticas en aspectos de

propiedad intelectual y bioseguridad para el desarrollo y utilización de la agrobiotecnología en el país. En la actualidad, las aspiraciones son menos ilusas, pero sería un gran logro que esta investigación pudiera aportar enseñanzas para los actores que tienen a su cargo los procesos de evaluación y toma de decisiones de los nuevos productos transgénicos, cuya utilización está en puerta en el país, caso de la papaya y maíz.

Asimismo, en torno a la creciente demanda impulsada desde los países de menos desarrollo acerca de que las reglas que gobiernan la propiedad intelectual tienen que cambiar –para acreditar y compartir las aportaciones del conocimiento tradicional y las provenientes de los recursos genéticos que están siendo utilizadas como base para la generación de innovaciones– el enfoque aplicado, así como los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser de utilidad para el propósito de modificar dichas reglas, para identificar a los actores que están guiando los diferentes procesos y para identificar y tomar ventaja de las oportunidades que surgen en los sistemas sociales donde estos actores participan.

Al respecto, es importante destacar que se pueden distinguir dos grandes caminos para lograr dichos cambios, que no son excluyentes; en ambos, el marco para el análisis, con su énfasis en relaciones, puede ser de utilidad. El primero implica la identificación de actores o grupos de actores que están guiando los procesos actuales y las maneras en que podrían crearse contrapesos. Los fuertes intereses en juego, el poder material y el alcance internacional de las estructuras sociales involucradas, permiten prever que no se trata de un camino corto.

El segundo, que va más en la línea de buscar cambios en el sistema que actualmente gobierna los aspectos de propiedad intelectual a escala nacional, implica la utilización de algunas de las actuales figuras, especialmente aquellas que permiten integrar el conocimiento tradicional generado en entornos particulares. Aquí, el ARS puede ser de gran utilidad para identificar los actores y las actividades involucradas, y la complejidad detrás de tales interacciones.

Sobresale, por su importancia en este tipo de esfuerzos, la figura que protege las denominaciones de origen. Cabe destacar que en algunos países este tipo de figuras han sido utilizadas de manera muy efectiva para que los productores involucrados ganen acceso a mercados diferenciados por el volumen y la calidad de sus productos. Lo anterior implica integrar conocimiento y territorio de tal suerte que permita el “empoderamiento” de los actores desde lo local a lo global. Una tarea de esta naturaleza puede ser emprendida en el marco actual que gobierna la protección de la propiedad intelectual en el país, pero involucra generar las estructuras sociales que permitan aprovechar este tipo de esfuerzo de manera sostenida.

Para que este tipo de reconocimiento de la propiedad intelectual pueda beneficiar a quienes poseen esos saberes y han contribuido a su generación y preservación, se requiere de acciones de capacitación para que los involucrados en la extracción, producción o elaboración del producto que se desee amparar con este tipo de protección reconozcan y codifiquen en qué consiste la propiedad intelectual que se está solicitando. Además, la obtención de beneficios necesariamente deriva de que los productos obtenidos sean capaces de participar en mercados que compensen el incremento en costos que representa la organización de la producción que está detrás de una denominación de origen, algunos de estos mercados deben ser formados.

Sobra destacar que este tipo de alternativas de reconocimiento de la propiedad intelectual que está detrás de saberes tradicionales, una vez en el mercado, tiene que ser capaz de enfrentar tanto presiones derivadas de la competencia de productos similares o sustitutos, así como las propias de la marcha del cambio tecnológico.

Bibliografía y fuentes de información

- Aboites, G. "Problemas que plantea la biotecnología en el marco legislativo de la propiedad intelectual: el caso de México", en Casas, R. *et al.* (coords.), *La biotecnología y sus repercusiones socioeconómicas y políticas* México: IIS/IIIE/UNAM/Departamento de Sociología UAM-Azcapotzalco, 1992.
- Aerni, P. "Public acceptance of genetically engineered food in developing countries: The case of transgenic rice in Phillipines", *STH/IAW Schriftenreihe Publications*, Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, 1997.
- . "La percepción pública de la biotecnología agrícola en México", reporte de investigación, Cambridge/México: Centro para el Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard/Departamento de Sociología UAM-Azcapotzalco/Instituto de Ingeniería, UNAM, 2001.
- . "Public attitudes towards agricultural biotechnology in developing countries: a comparison between Mexico and Philippines", STI Research Report, Cambridge, julio, 2001.
- Agrosíntesis*. "Evaluación de variedades de algodón transgénico en la Comarca Lagunera", México: Año Dos Mil, 30 de abril, 1997, pp. 14-16.
- . "Experiencias en el sur de Tamaulipas: las únicas larvas de bellotero que encontramos estaban muertas", México: Año Dos Mil, 30 de abril, 1997, pp. 22-23.
- . "Nuevos algodones transgénicos y soya en Tamaulipas", México: Año Dos Mil, 30 de noviembre, 1997, pp. 8-13.
- . "Nuevas evaluaciones de algodones transgénicos en el sur de Tamaulipas", México: Año Dos Mil, 30 de noviembre, 1997, pp. 14-17.
- . "Nuevo programa para impulsar el algodón", México: Año Dos Mil, 30 de noviembre, 1997, pp. 20-22.

- . “Disminuirá superficie y producción de algodón”, México: Año Dos Mil, 28 de febrero, 1999, pp. 13-15.
- . “El algodón Bollgard, sin peligro de provocar resistencia”, México: Año Dos Mil, 31 de julio, 2000, pp. 20-23.
- Alker, D. y Heidhues F. “Farmers, rights and intellectual property rights: reconciling conflicting concepts”, presented in the conference on Biotechnology, Science and Modern Agriculture: A new Industry at the Dawn of the Century, Italy: Ravello, June 15-18, 2001.
- Altman, D. y Watanabe, K. (eds.). *Plant biotechnology transfer to developing countries*, Austin: R.G. Landes Company, 1995.
- Álvarez, A., et al. “Organismos vivos modificados en la agricultura mexicana: desarrollo biotecnológico y conservación de la diversidad biológica”, en *Biotecnología*, México: vol. 4, núm. 2, 1999, pp. 47-60.
- Álvarez, A. “Mexico: Ensuring environmental safety while benefiting from biotechnology”, en G. J. Persley y M.M. Lantin, (eds). *Agricultural biotechnology and the poor: An international conference on biotechnology*, US National Academy of Sciences: CGIAR, octubre, 2000 [<http://www.cgiar.org/rep>].
- Archibugi, D. y Michie, J. “Technological globalization and national systems of innovation: an introduction”, en *Technology, globalization and economic performance*, Gran Bretaña: Cambridge University Press, 1997.
- Arellano, A. “Transgénesis de papas y reconfiguración de relaciones sociales: la elaboración del primer vegetal genéticamente modificado de interés comercial en México”, presentado en el Primer Congreso Iberoamericano de la Ciencia y de la Tecnología, del 25 al 29 de septiembre de 2000, Morelia, Michoacán.
- Armendáriz, A. “Algodonero vs maíz”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 31 de julio, 1997, pp. 14-15.
- . “La fiebre del algodón se estabiliza”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 31 de julio, 1997, pp. 17-21.
- . “Se esperan más de cincuenta mil hectáreas de algodón en Mexicali”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 30 de abril, 1998, pp. 18-21.
- . “Inalcanzables las metas del programa de algodón”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 30 de abril, 1998, pp. 24-27.
- . “En algodón precios bajos y escasa demanda” y “Crisis en la comercialización de algodón”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 30 de noviembre, 1998, pp. 24-29.

- . “Difícil panorama para el algodón”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 30 de noviembre, 1999, pp. 23-24.
- . “El algodón más competitivo que los granos”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 31 de diciembre, 1999, pp. 7-11.
- . “Cae producción de algodón”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 30 de septiembre, 1999, pp. 12-16.
- Arnold, E. and Balázs, K. *Methods in the evaluation of publicly funded basic research: A review for OECD*, Brighton, UK: Technopolis, 1998 [www Document] <http://www.technopolis.co.uk/reports>.
- Arriaga, E. et al. “Marco legal e institucional”, en F. Bolívar, *Bioteología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, México: SEP/Conacyt, 2001.
- Arroyo, G. et al. *La biotecnología y el problema alimentario en México*, México: Plaza y Valdés/UAM (Colección Agricultura y Economía), 1989.
- ASERCA. “La papa en México, un cultivo con potencialidad”, en *Claridades Agropecuarias*, México: ASERCA, núm. 57, 1998, pp. 3-15.
- Ávalos, I. *Bioteología e industria: un ensayo de interpretación teórica*, San José, Costa Rica: Serie de Documentos de Programas, IICA, núm. 18, 1990.
- . “Política tecnológica y agricultura en América Latina y el Caribe: del concepto de sector agrícola al de cadena agroindustrial”, en W. Jaffé (ed.) *Política tecnológica y competitividad agrícola en América Latina y el Caribe*, San José, Costa Rica: IICA, 1993, pp. 379-456.
- Ávila-Valdez, J. “Manejo integrado de plagas en algodón”, en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 30 de septiembre, 1999, pp. 18-27.
- B&D Monitor. “Miracle or menace? by Robert Walgate”, en *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 5, 1990.
- . Gabrielle J. Persley (ed.), “Agricultural biotechnology: opportunities for international development”, en *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 7, 1991.
- . “Editorial: non food crops”, en *Biotechnology & Development Monitor*, núms. 44/45, Holanda: University of Amsterdam, 2001, p. 2.
- Babinard, J. y T. Josling. “The stakeholders and the struggle for public opinion, regulatory control and market development”, en G.C. Nelson, (ed.), *Genetically modified organisms in agriculture: Economics and politics*, San Diego, USA: Academic Press, 2001.
- Bell, G. y Callon, M. “Techno economics networks and science and technology policy”, en *STI Review*, núm. 14, 1994, pp. 59-117.

- Bell, M. y Pavitt, K. "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries", en D. Archibugi y J. Michie, *Technology, globalization and economic performance*, Gran Bretaña: Cambridge University Press, 1997.
- Berg, M. "The politics of technology: on bringing social theory into technological design", en *Science Technology & Human Values*, vol. 23, núm. 4, 1998, pp. 456-490.
- Biarnès A., J.P. Colin y M.J. Santiago. *Agroeconomía de la papa en México*, México: Orstom/CP, 1995.
- Bijker, W. "Sociohistorical Technology Studies", en, S. Jasanoff *et al*, *Handbook of Science And Technology Studies*, USA: SAGE Publications, 1995, pp. 229-256.
- , T. Hughes y T. Pinch (eds.). *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge: MIT Press, 1987.
- Bijman, J. "Life sciences companies: can they combine seeds, agrochemicals and pharmaceuticals", en *Biotechnology and Development, Monitor*, núm. 40, Holanda: University of Amsterdam, 1999, pp.14-19.
- Bijman, J. "Reestructuring the life sciences companies", en *Biotechnology and Development, Monitor*, núm. 44/45, Holanda: University of Amsterdam, 2001, pp.26-31.
- Bijman, W.J. y C. M. Enzing. "Biotechnology and vertical coordination in the agrofood chain: a case study of the Dutch potato chain", en *Science and Public Policy*, vol. 22, núm. 6, 1995, pp. 391-398.
- BINAS. "Editorial", *BINAS News*, vol. 1, Issue 1, Austria: ICGEB, 1995, pp 1-2.
- . "The Climate for applying biotechnology in Europe", en *BINAS News*, vol. 1, Issue 2. Austria: UNIDO/ICGEB, 1995, p. 10.
- . "Editorial", *BINAS News*, vol. 1, Issue 3, Austria: ICGEB, 1995, p. 10.
- . "Editorial", *BINAS News*, vol. 4, Issue 1, Austria: Biosafety Information Network and Advisory Service UNIDO, 1998.
- Bolívar, F. *Biología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, México: SEP/Conacyt, 2001.
- Bowden, G. "Coming of age in STS" en S. Jasanoff, G.E. Markle, J. Petersen y T. Pinch, *Handbook of Science And Technology Studies*, USA: SAGE Publications, 1995.
- Breach, M. "La comercialización de algodón abatida por importaciones", *La Jornada*, Estados, México, 22 de diciembre, 1998, p. 35.

- . “Algodoneros de Chihuahua en riesgo de perder 230,000 pacas”, en *La Jornada*, Estados, México, 12 de marzo, 1999, p. 64.
- Breiger, R. *et al.* “An algorithm for clustering relational data with applications to social networks analysis and comparisons to multidimensional scaling”, en *Journal of Mathematical Psychology*, 12, 1975.
- Brenner, C. “Biotechnology and technological change in developing-country agriculture: An overview of OECD Development Centre Research”, en Herbert-Copley (ed.), *Assessing the impacts of agricultural biotechnologies: Canadian-Latin American perspectives*, Ottawa: International Development Research Centre, 1995, pp. 21-32.
- . “Intellectual property rights and technology transfer in developing country agriculture: rhetoric and reality”, *Technical papers*, núm. 133, París: OECD Development Centre, 1998.
- Brey, P. “Philosophy of technology meets social constructivism”, en *Society for Philosophy & Technology*, vol. 2, núm. 3-4, 1999, 17 pp.
- Brown, K. “Seeds of Concern” *Scientific American*, vol. 284, núm. 4, 2001, pp. 40-45.
- Browne, W. “Public policy, biotechnology and the structure of agriculture”, en J. Fessenden, (ed.), *Agricultural biotechnology & the public good*, Nueva York: NABC Report 6, 1994, pp. 169-172.
- Bunge, M. *Buscar la filosofía en las ciencias sociales*, México: Siglo XXI, 1996.
- Burt, R.S. “Positions in social networks”, *Social Forces*, 55, 1976.
- Buttel, F. “Workshop report”, en J. Fessenden, (ed.), *Agricultural biotechnology & the public good*, Nueva York: NABC Report 6, 1994, pp. 173-179.
- . “Some reflections on late twentieth century agrarian political economy”, X World Congress of Rural Sociology, Río de Janeiro, julio 30-agosto 5, 2000, pp. 22.
- Buttel, F. y T. Cowan, “La biotecnología en el contexto internacional”, en B. Suárez, “¿Biotecnología para el progreso de México?”, México: Centro de Ecodesarrollo, 1990.
- Callon, M. “Society in the making: The study of technology as a tool for sociological analysis”, en W. Bijker *et al.*, *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge: MIT Press, 1987.
- . “The dynamics of techno-economics networks” en Coombs, R. *et al.*, *Technological change and company strategies: economic and sociological perspectives*, Londres: Harcourt Brace Jovanovich Publishers, 1992, pp. 72-102.

- . “Four models of the dynamics of science” en Jasanoff *et al.*, *Handbook of Science And Technology Studies*, USA: SAGE Publications, 1995, pp. 29-53.
- . ¿Es la ciencia un bien público?, en *Sociológica*, año 12, núm. 35, México: UAM-Azcapotzalco, 1997, pp. 175-204.
- . *The law of the markets*, Oxford: Blackwell Publishers/ *The Sociological Review*, 1998.
- CamBioTec. “Centro de Biotecnología JOEL, José Elizondo Elizondo”, *Boletín Informativo, Punto Focal México*, marzo, México: CamBioTec/ IDRC, 1999, pp. 3.
- Cárdenas-Rodríguez, R. *et al.* “Oportunidades de desarrollo del algodónero en México”, *Boletín Informativo*, núm. 300, vol. XXX, 30 de noviembre, México: FIRA, 1997, pp. 55.
- Carreón, M.A. “Field trials with transgenic plants: the regulatory history and current situation in Mexico”, en A. Krattiger y A. Rosemarin, (eds.), *Biosafety for sustainable agriculture: Sharing biotechnology regulatory experiences of the western hemisphere*, Estocolmo: ISAAA and SEI, 1994.
- Carton de Grammont, H. y H. Tejera (coord.), *La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio*, México: INAH/UAM/UNAM/Plaza y Valdés, 1996.
- Casas, R. *La investigación biotecnológica en México: tendencias en el sector agroalimentario*, México: IIS/UNAM (Colección Problemas Nacionales), 1993.
- . *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*, México: Athropos/IIS/UNAM, 2001.
- *et al.* (coord.) *La biotecnología y sus repercusiones socioeconómicas y políticas*. México: IIS/IIIE/UNAM/Departamento de Sociología, UAM-Azcapotzalco, 1992.
- y M. Chauvet. “La biotecnología: recapitulación sobre sus impactos en la agricultura y el medio ambiente”, 480 Congreso Internacional de Americanistas (CIA), 4-9 julio, Suecia: CIA Stockholm/Uppsala, 1994.
- y M. Luna “Government, academia and the private sector: towards a new configuration”, *Science and Public Policy*; vol. 24, núm. 1, 1997, pp. 7-14.
- Cassiolato, J.E. y H. M. Martins, “Local systems of innovation in Mercosur countries”, en *Industry and Innovation*, vol. 7, núm. 1, junio, 2000, pp. 33-53.
- Castells, M. *La sociedad Red, la era de la información: economía sociedad y cultura*, vol. 1, México: Siglo XXI, 1999.

- Cepeda-Rumayor, J.A. "Bienvenida y mecánica operativa del VI Congreso Nacional de Productores de papa", *Memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de Papa*, realizado del 20 al 23 de septiembre de 1995 en Saltillo, Coahuila, México, Lira-Saldívar et al. (eds.), 1995, pp. 2-6.
- CIP. *Informe Anual*, Lima, Perú, 1991, 12, pp. 134.
- Cohen, J., et al. "Research policy and management issues", en *Biotechnology for developing-country agriculture: Problems and opportunities, Focus 2*, Brief 8 of 10, Washington: IFPRI, 1999.
- Colín, M. "Repuntan importaciones de algodón por la escasez de esta materia prima en el mercado mexicano", en *El Financiero*, Análisis, 3 de diciembre, México, 1998, pp. 21A.
- Collingridge, D. *The Social Control of Technology*, Londres: Frances Pinter, 1980.
- Commandeur, P. "Private-public cooperation in transgenic virus-resistant potatoes", en *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 28, 1996, pp.14-19.
- CONPAPA. Informe del Presidente de la Confederación Nacional de Productores de Papa en la III Asamblea General Ordinaria, Guadalajara, Jal., mayo, México, 1994, pp. 14.
- Constant II, E. "The social locus of technological practice: community, system, or organization?", en W. Bijker et al. (eds.), *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge: MIT Press, 1987.
- Coombs, R. y R. Hull, "Knowledge management practices and path dependency in innovation", en *Research Policy*, vol. 27, 1998, pp. 237-253.
- . et al. *Economics and technological change*, Rowman & Littlefield Nueva Jersey: Publishers, 1987.
- . *Economics and technological change*, Nueva Jersey: Rowman & Littlefield Publishers, 1987.
- . *Technological change and company strategies: economic and sociological perspectives*, Londres: Harcourt Brace Jovanovich Publishers, 1992.
- Cotero, M.A. "Reglamentaciones en México", en A. Gálvez y R.L. González, *Armonización de Reglamentaciones en Bioseguridad*, Serie Políticas de Biotecnología y Biodiversidad, J.L. Solleito (ed.), México: UNAM/CONABIO/II/UNAM/Sagar/CAMBIOTEC, 1998.
- Crompton, T. y T. Wakeford. "Socioeconomics and the protocol on biosafety", *Nature Biotechnology*, vol. 16, agosto, 1998, pp. 697-698.

- Covantes, L. "Organismos transgénicos, sus implicaciones ambientales y su presencia en México", en *Rostrros y voces de la sociedad civil*, Nueva Época, año 6, núm. 22, mayo-junio, México, 2001, pp. 25-29.
- Chandler, D. "Shaping and being shaping", en *CMC Magazine*, vol. 3, núm. 2, 1996 [marzo de 1999, <http://www.december.com/cmc/mag/1996/feb/chantone.html>].
- Chauvet, M. "Biotecnología y rentas tecnológicas", en *Sociológica*, año 6, núm. 16, México: UAM-Azcapotzalco, 1991, pp. 27-38.
- . "Biotechnology and the future of agricultural development of Mexico", en Herbert-Copley (ed.), *Assessing the impacts of agricultural biotechnologies: Canadian-Latin American perspectives*, Ottawa: International Development Research Centre, 1995, pp. 49-60.
- . "Perspectives for biotechnological applications in mexican agriculture", en *AgBiotechNet*, vol. 1, abril, Reino Unido: CAB International, 1999, pp. 1-5 [<http://www.agbio.cabweb.org>].
- . *La ganadería bovina de carne en México: del auge a la crisis*, México: UAM/Biblioteca de Ciencias Sociales y Humanidades, Serie Sociología, 2000.
- Chauvet, M. *et al.* "La papa transgénica: ¿accesible para el pequeño productor?", Congreso Nacional Políticas de ajuste estructural en el campo mexicano efectos y respuestas. Querétaro, Qro. 1-4 de marzo, 1998.
- . "Comentarios a la iniciativa de Ley sobre bioseguridad del Partido Verde Ecologista de México", contribución en dos partes en el suplemento *Agribusiness*, México, julio y agosto, 1999.
- y Y. Massieu. "Impactos socioeconómicos de la biotecnología en la agricultura de México", XIX Congreso Internacional de la Latin American Studies Association, Washington, 1995.
- *et al.* "Impactos socioeconómicos de la aplicación de la biotecnología en la producción de papa en México", reporte de investigación, serie II, núm. 363, México: Departamento de Sociología/UAM-Azcapotzalco, 1998.
- . "Impactos socioeconómicos de la biotecnología en la producción de papa en México", informe de avance del proyecto CamBioTec, Grupo Sociedad y Biotecnología, México: Departamento de Sociología-UAM-Azcapotzalco, 1999.
- . "Metodologías para el análisis del impacto socioeconómico de la biotecnología agrícola: lecciones de los estudios mexicanos", en J. Komen *et al.* (eds.), *Transformación de las prioridades en programas viables*, actas del seminario *Política biotecnológica agrícola para América Latina*, Perú, 6 al 10 de octubre de 1996, La Haya/México: IBS/Cambiotec, 1997.

- Dabat, A. *El mundo y las naciones*, México: UNAM/CRIM, 1993.
- De Melo, Martin I. "Aspectos éticos de algunas tecnologías biomédicas", notas del curso organizado por FC/UNAM, México, 7-14 de marzo de 2002.
- De Visser, A.J. *et al.* "Crops of uncertain nature?: Controversies and knowledge gaps concerning genetically modified crops: an inventory", Wageningen: Plant Research International B.V., 2000.
- DeBresson, C. "Networks of innovators. A review and introduction to the issue", en *Research Policy*, vol. 20, 1991, pp. 363-379.
- Deepack, S. *et al.* "Insecticidal toxin in root exudates from Bt corn", en *Nature*, vol. 402, 1999, pp. 480.
- Del Valle, M. del C. y J. L. Solleiro (coord.). *El cambio tecnológico en la agricultura y las agroindustrias en México*, México: Siglo XXI/IIE/UNAM, 1996.
- Díaz-Valosis, M. *et al.* "Protección cruzada natural, inducida por una variante asintomática del virus X de la papa (PVX) en contra de una variante severa del mismo virus en papa", en *Agrociencia*, 32, México, 1998, pp. 39-45.
- Diego, R. "El paradigma neoliberal rural y las reformas agrarias en México", en *Cuadernos Agrarios: Nueva Época*, año 5, núms. 11 y 12, 1995, pp. 13-26.
- Dinham, B. "GM Cotton-farming by formula?", en *Biotechnology and Development Monitor*, núms. 44/45, 2001, pp. 7-9.
- Doreian, P. *Mathematics and the study of social relations*, Londres: Weinfeld & Nicholson, 1979.
- Dosi, G. "Algunas cuestiones referentes a la innovación tecnológica", en *Agricultura y Sociedad*, núm. 64, julio-septiembre, 1992, pp. 271-275.
- Dufour, P. "Science as power?", en *Science and Public Policy*, vol. 23, núm. 2, 1996.
- Edquist, Ch. "Intoduction: systems and innovations approaches: their emergence and characteristics", en Ch. Edquist, *Systems of innovation: technology, institutions and organizations*, Londres: Frances Pinter, 1997, pp.1-35.
- Elster, J. *El cambio tecnológico: investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*, Barcelona: Gedisa Editorial, 1992.
- Elzen, B. "Tunning technological change to the needs of society: Examples of the domain of traffic and transport", en memoria de las terceras Jornadas Latinoamericanas de Estudios de la Ciencia y la Tecnología, ESOCITE 98, Querétaro, Qro., octubre, 1998, pp. 23-25.

- Elzen, B. *et al.* "Socio-technical networks: how a technology studies approach may help to solve problems related to technical change", en *Social Studies of Science*, vol. 26, 1996, pp. 95-141.
- Erbisch, F.H. y K. H. Maredia. *Intellectual property rights in agricultural biotechnology*, Biotechnology in Agriculture Series, núm. 20, USA: CABI International, 1996.
- Escobedo, B. L. *et al.* "Producción de plantas de papa libres de enfermedades", memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de Papa, 20 al 23 de septiembre, Saltillo, Coah., México, 1995.
- Fairchild, B. "Three cheers", *AgWeb-Farm Journal*, marzo 3, 2001 [http://www.biotech-info.net/3_cheers.html].
- Farshad, A. y P. McMichael, "Bringing world-history back in: a critique of the postmodern retreat in agrarian studies", X World Congress of Rural Sociology, Río de Janeiro, julio 30-agosto 5, 2000, pp. 32.
- Faust, K. "Las redes sociales en las ciencias sociales y el comportamiento", en J. Gil y S. Schmidt (eds), *Análisis de redes: aplicaciones en ciencias sociales*, México: UNAM/IIMAS, 2002, pp. 1-14.
- Feenberg, A. "Subversive racionalization: technology, power and democracy" [octubre de 1999, <http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg/>].
- . "Escaping the iron cage, or, subversive racionalization: and democratic theory" [julio de 2000, <http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg/>].
- Fessenden, J. (ed.). *Agricultural biotechnology & the public good*, Nueva York: NABC Report 6, 1994.
- Field, N. *Biotechnology and the changing role of the government*, París: OECD, 1988.
- Foray, D. "The secrets of industry are in the air: Industrial cooperation in the organizational dynamics of the innovative firm", en *Research Policy*, vol. 20, 1991, pp. 393-405.
- . "Production and Distribution of Knowledge in the new systems of Innovation: The role of intellectual property rights", en *STI Review*, núm. 14, París: OCDE, 1994, pp. 119-152.
- Fraley, R.T. "The contributions of plant biotechnology to agriculture in the coming decades", in A.F. Krattiguer y A. Rosemarin (eds.), *Biosafety for sustainable agriculture: Sharing biotechnology regulatory experiences of the western hemisphere*, Estocolmo: ISAAA and SEI, 1994.
- Frederick, R. *et al.* (eds.). *Riesgos ambientales de las plantas transgénicas en centros de diversidad: la papa como modelo*, Costa Rica, BAC/SEI/IICA, 1995.

- Freeman C.: *The Economics of Industrial Innovation*, Londres: Frances Pinter, 1982.
- . “Networks of innovators: a synthesis of research issues”, en *Research Policy*, vol. 20, 1991, pp. 499-514.
- . “Centrality in social networks: conceptual clarification”, *Social Networks*, vol. 1, 1979, pp. 215-239.
- Friedland, W. “Commodity system analysis: an approach to the sociology of agriculture”, en Schwartzweller, H.K. (ed.), *Research in rural sociology and development*. Greenwich: JAI Press, 1984, pp. 221-235.
- Gálvez, A. y R.L. González. *Armonización de Reglamentaciones en Bioseguridad*, Serie Políticas de Biotecnología y Biodiversidad, J.L. Solleiro (ed.), Reporte 1, México: UNAM/CONABIO/II-UNAM/Sagar/CAMBIOTEC, 1998.
- Galvez, A. et al. Biosafety Regulations in Mexico within NAFTA, *The Journal of Biolaw and Business*, vol. 2, núm. 3, 1999, pp. 65-74.
- García Camargo, J. “Problemas nematológicos de la papa en México”, Lira-Saldívar et al. (eds.) memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de Papa, 20-23 de septiembre, Saltillo, Coahuila, México, pp. 18-27.
- Gelsing, L. “Innovation and the development of Industrial networks”, en B. Lundvall (ed.), *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Londres: Pinter Publishers, 1992, pp. 116-128.
- Gereffi, G. “Capitalist development governance structure and global commodity chains”, ponencia presentada a la 88 Reunión Anual de la American Sociological Association, Miami, agosto 13-17, 1993 (inédito).
- y M. Korzniewicz (ed.). *Commodity Chains and global capitalism*, Greenwood Press, 1994.
- Gibbons, M. “Science’s new social contract with society”, en *Nature*, vol. 402, 1999, pp. 81-84.
- Gil, J. y S. Schmidt. *La red política en México: modelación y análisis por medio de la teoría de gráficas*, México: UNAM/IIMAS, 1999, 220.
- . *Análisis de redes: aplicaciones en ciencias sociales*, México: UNAM/IIMAS, 2002.
- Goldsmith, P. et al. “Intellectual Property protection and the international marketing of agricultural biotechnology: firm and host country impacts”, 5th Conference on biotechnology, science and modern agriculture, a new industry at the dawn of the century, Ravello, Italia: ICABR, 15-18 junio, 2001, pp. 33.

- Gonsen, R. "Technological capability in developing countries: a case study of industrial biotechnology in Mexico", Ph. D. thesis, Facultad de Estudios Sociales, Universidad de Oxford, 1995.
- González, A. "Propiedad intelectual y diversidad biológica: hacia una política de protección y uso sustentable de los recursos genéticos en América Latina", tesis para optar al grado de Maestra en Estudios Latinoamericanos, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, México: UNAM, 2001, pp. 226.
- González, R. L. "Hacia un control democrático de la agrobiotecnología; el papel de las ONG", en *Este País*, núm. 110, mayo, 2000, pp. 62-65.
- González, R. L. y M. Chauvet "Dificultades en la transferencia de la papa transgénica", en B. Mata *et al.* (eds.), *Transferencia de Tecnología Agropecuaria en México Crítica y Propuestas*, México: IICA/UACH/UAM-Xochimilco, 1997, pp. 79-90.
- González, R.L. *et al.* "La estrategia agrobiotecnológica de Monsanto en México", en *Cuadernos Agrarios*, núm. 17-18, 1999, pp. 181-201.
- González, R.L. y R. Zermeño, "El desarrollo y difusión de tecnologías claves: el caso de la biotecnología en México", *II Seminario Cubano sobre Interferón y Primer Seminario Cubano sobre Biotecnología*, La Habana, Cuba, 20-22 de febrero, España: Instituto de Cooperación Iberoamericana/Navagraf, 1986, pp. 789-821.
- González, R.L. *et al.* "GMO and social consequences in Mexico", Perspectives of the Agri Food System in the New Millenium, AIEA2 IV International Symposium, septiembre 5-8, Bolonia, Italia, 2001, CD ROM.
- González-Nieves, J.F. "Resultados precomerciales de algodones transgénicos en el sur de Tamaulipas", en *Agrosíntesis*, México: Año Dos Mil, 30 de abril, 1997, pp. 8-16.
- Granovetter, M. *Getting a job: a study of contacts and careers*, Cambridge: Harvard Univesity Press, 1974.
- Green, K. "Creating demand for biotechnology: shaping technologies and markets", en R. Coombs *et al.*, *Technological change and company strategies: economic and sociological perspectives*, Londres: Harcourt Brace Jovanovich Publishers, 1992, pp. 164-184.
- GreenPeace. "Denuncia GreenPeace el contubernio entre el gobierno y la industria para la introducción de transgénicos a la agricultura mexicana", *Boletín 0101*, México: GreenPeace, 10 de enero, 2001, pp. 3.
- GreenPeace. "Secuestró la industria agrobiotecnológica el foro nacional de biotecnología, denuncian organizaciones", en *Boletín 0101*, México: GreenPeace, 17 de enero, 2001, pp. 3.

- Halbrendt, C. *et al.* "Improving biotechnology research decision-making with better procedures and information", en Herbert-Copley (ed.). *Assessing the impacts of agricultural biotechnologies: Canadian-Latin American perspectives*, Ottawa: International Development Research Centre, 1995, pp. 105-116.
- Harrison, B.D. "Potato viruses in Britain", en *Diseases of crop plants*, Western, J.I. (ed). Nueva York: Wiley, 1971, pp. 123-159.
- Herbert-Copley (ed.). *Assessing the impacts of agricultural biotechnologies: Canadian-Latin American perspectives*, Ottawa: International Development Research Centre, 1995.
- Hernández-Jasso, A. *et al.* "Tecnología de producción para el Valle del Yaqui", memoria del día del agricultor 2000, publicación especial, núm. 7, México: INIFAP/Produce/Sagar, abril, 2000, pp. 27-34.
- Herrero, R. "La terminología del análisis de redes. Problemas de definición y de traducción", en *Política y sociedad*, núm. 33, 2000, pp. 199-206.
- Hilbeck, A. *et al.* "Effects of *Bacillus thuringiensis* corn fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea*", *Environmental Entomology*, vol. 27, núm. 2, 1997, pp. 480.
- Hilleman, B. "Views differ sharply over benefits, risks of agricultural biotechnology", en *Chemical & Engineering News: New Focus*, agosto 21, 1995, pp. 8-17.
- Hooker, W.J. "Compendio de enfermedades de la papa" (trad. de T.A. Icachea), Lima, Perú: CIP, 1980.
- Hopkins, T. e I. Wallerstein, "Commodity chains in the world economy prior to 1800", *Review*, 10 (1), 1986, pp. 157-170.
- Huerta, R. *et al.* "Papa Alpha. Sistema-producto", México: Coordinación General de Abasto y Distribución (Coabasto)/Central de Abasto (CEDA)/Departamento del Distrito Federal, 1988.
- Hughes, T. "The evolution of large technological systems", en W. Bijker *et al.*, (eds.), *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge: MIT Press, 1987, pp. 51-82.
- Ianni, O. *Teorías de la Globalización*, México: Siglo XXI, 1996.
- Jaffé, W. *La problemática del desarrollo de las agrobiotecnologías en América Latina y el Caribe*, San José, Costa Rica: IICA/Programa de Generación y Transferencia de Tecnología/Serie Documentos de Programa, núm. 23, 1991, pp. 130.
- . *Análisis de impacto de las biotecnologías en la agricultura: aspectos conceptuales y metodológicos*, San José, Costa Rica: Programa II Generación y Transferencia de Tecnología, IICA, 1991, pp. 186.

- . *La agrobiotecnología comercial en América Latina y el Caribe: Estrategias empresariales y políticas para su desarrollo*. San José Costa Rica: IICA/ Programa de Generación y Transferencia de Tecnología/Serie Documentos de Programa, núm. 42, 1991, pp. 130.
- Jaffé, W. y M. E. Zaldívar (eds). *Formulación de políticas para el desarrollo de la biotecnología en América Latina y el Caribe*, San José, Costa Rica: Programa II Generación y Transferencia de Tecnología, IICA, 1992, 202 pp.
- James, C. “Global status of commercialized transgenic crops: 1999”, *ISAAA Briefs*, núm. 17, Nueva York: ISAAA, 2000, pp. 65.
- y A. Krattiger. “The ISAAA biosafety initiative: Institutional capacity building through technology transfer”, en A. Krattiger y A. Rosemarin, (eds). *Biosafety for sustainable agriculture: Sharing biotechnology regulatory experiences of the western hemisphere*, Estocolmo: ISAAA y SEI, 1994.
- . “Global review of the field testing and commercialization of transgenic plants, 1986-1995: The First Decade of Crop Biotechnology”, *ISAAA Briefs*, núm. 1, Nueva York: ISAAA, 1996, pp. 31.
- Jasanoff, S. *et al. Handbook of Science And Technology Studies*, USA: SAGE Publications, 1995.
- Joly, P.B. “Introduction: innovations and networks in biotechnology” en *Int. J. Biotechnology*, vol. 1, núm. 1, 1999, pp. 1-9.
- . “Innovation through networks: a case study in plant biotechnology”. *Int. J. Biotechnology*, vol. 1, núm. 1, 1999, pp. 67-81.
- Kalaitzandonakes, N. y B. Bjorson. “Vertical and horizontal coordination in the agrobiotechnology industry: evidence and implications”, en *Journal of Agricultural and Applied Economics*, vol. 29, núm. 1, julio, 1997, pp. 129-139.
- Kash, D.E. y R. W. Rycraft. “Patterns of innovating complex technologies: a framework for adaptative network strategies”, *Research Policy*, 29, 2000, pp. 819-831.
- Kline, D. “Introduction: Agricultural bioethics and the control of science”, en S. Gendel, D. Kline, M. Warren y F. Yates (eds.), *Agricultural bioethics: Implications of agricultural biotechnology*, Iowa: Iowa State University Press/Ames, 1990, pp. xi-xxi.
- Kloppenborg, J. “Planetary patriots or sophisticated scoundrels?”, *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 16, 1993, pp. 24.
- Knorr-Cetina, K. “Laboratory Studies: The cultural approach to the study of science”, in S. Jasanoff *et al.*, *Handbook of Science And Technology Studies*, USA: SAGE Publications, 1995, pp. 141-166.

- Komen, J. Falconi, C. y H. Hernández. (eds.) *Transformación de las prioridades en programas viables*, actas del seminario *Política biotecnológica agrícola para América Latina*, Perú, 6 al 10 de octubre de 1996, La Haya/México: IBS/Cambiotec, 1997.
- Korzeniewicks, R.P. "Una visión alternativa: cadenas mercantiles globales", en *Investigación Económica*, México: FE/UNAM, núm. 214, octubre-diciembre, 1995, pp. 15-30.
- Krattiger, A. F. "Insect resistance in crops: A case study of *Bacillus thuringiensis* (Bt) and its transfer to developing countries", en *ISAAA Briefs* núm. 2, Ithaca, Nueva York: ISAAA, 1997, pp. 42.
- Krattiger, A. y A. Rosemarin (eds). *Biosafety for sustainable agriculture: Sharing biotechnology regulatory experiences of the western hemisphere*, Estocolmo: ISAAA and SEI, 1994, pp. 278.
- La Jornada*. "Se prevé una caída de 55 por ciento en la producción algodонера este año", Estados, México, 7 de abril, 1999, p. 52.
- Latour, B. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*, Cambridge: Harvard University Press, 1987.
- Latour, B. y S. Woolgar. *Laboratory life: the social construction of scientific facts*, Beverly Hills: Sage, 1979.
- Law, J. y J. Hassard (eds.). *Actor-network theory and after*, Oxford: Blacwell Publishers/The Sociological Review, 1999, pp. 256.
- Lee, D.R. "A perspective on socioeconomic research on plant biotechnology transfer for developing countries", en D.W. Altman y K. Waranabe, 1995.
- León, A. *La política agrícola europea y su perfil en la hegemonía mundial*, México: UAM/Benemérita Universidad Autónoma de Puebla/Plaza y Valdés, 1999, pp. 230.
- Lesser, W. "Intellectual property rights and concentration in agricultural biotechnology", en *AgBioForum*, 1(2), 56-61 [http://www.agbioforum.missouri.edu].
- Levidov, L. "Democratizing technology or technologizing democracy?: Regularing agricultural biotechnology in Europe", en *Technology in Society*, vol. 20, 1998, pp. 211-226.
- Licha, I. "Perspectivas de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología", en *Redes: Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, núm. 4, vol. 2, Buenos Aires, 1995, pp. 129-138.
- López, R. *et al.* "Marco teórico y metodológico para interpretar el cambio tecnológico en la agricultura y en la agroindustria", en M. del C. del Valle y J.L. Solleiro, 1996.

- López-Díaz, S. *et al.* “La oferta y la demanda de papa en México en el periodo 1960-1993”, en *Agrociencia* 33, México, 1999, pp. 107-117.
- López-Herrera, A. *et al.* *Política y legislación sobre protección de recursos fitogenéticos*, México: Red de Estudios para el Desarrollo Rural, A.C., 2000, pp. 188.
- López-Martínez, R. *et al.* “Learning differential in the agents of technical change. The case of the biotechnology in Mexico”, en *Science, Technology & Society*, vol. 3, núm. 1, enero, 1998, pp. 225-238.
- López-Munguía, A. *La biotecnología*, México: Conaculta, 2000, pp. 64.
- López-Suárez, P. “Obtienen semilla botánica para producir papa”, Suplemento Investigación y Desarrollo, *La Jornada*, México, junio, 1997, p. 3.
- Lorence, A. y R. Quintero, “Mecanismo molecular de acción de las delta-endotoxinas de *Bacillus thuringiensis*”, en Avances recientes en la biotecnología en *Bacillus thuringiensis*, Ciencia universitaria/2, L. Galán, C. Rodríguez y H. Olvera (eds), Monterrey: UANL, 1996, pp. 63-113.
- Lorence, A. *et al.* “Difusión de la biotecnología. Los elementos básicos para el desarrollo y difusión de la biotecnología en México: un análisis comparativo”, *Biocit SigloXXI*, México: CIT/UNAM/Proyecto Determinación de prioridades de I&D y mecanismos de fomento en biotecnología, año 2, núm. 6, 1993, pp. 12-17.
- Lorraain, F. y H. C. White. “Structural equivalence of individuals in social networks”, *Journal of Mathematical Sociology*, 1, 1971.
- Losey, J. *et al.* “Transgenic pollen harms monarch larvae”, *Nature*, 399, mayo 20, 1999, p. 214.
- Loveridge, R. “Paradigmatic change, normative uncertainty and the control of knowledge”, en R. Coombs *et al.*, 1992, pp. 103-135.
- Lozoya, H. “La interacción de agentes en los sistemas de innovación: estudio de caso sobre las nuevas tecnologías”, presentado en el Diplomado en Administración de la Innovación Tecnológica, México: CIT/UNAM, 18 al 22 de noviembre de 1996.
- Lozoya, H. *et al.* “Virosis en papa no semilla”, Lira-Saldívar *et al.*, (eds.). memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de papa, realizado del 20 al 23 de septiembre de 1995 en Saltillo, Coahuila, México, p. 103.
- Luce, R.D. y A. Perry. “A method of matrix analysis of group structure”, *Psychometrika*, 14, 1949.

- Llambi, L. "Reestructuración mundial y sistemas agroalimentarios: necesidad de nuevos enfoques", *Comercio Exterior*, vol. 43, núm. 3, 1993, pp. 237-264.
- Llambí, L. "Globalización y ruralidad: necesidad de un nuevo paradigma" Ponencia presentada en el Seminario Nuevos Procesos Rurales en México. Teorías, estudios de caso y perspectivas, Taxco, Guerrero, 30 de mayo, México, 1994, pp. 24.
- Maredia, K. *et al.* "Technology transfer and licensing of agricultural biotechnologies in the international arena", en *AgBiotechNet*, vol. 1, mayo, 1999, ABN 017, pp. 7.
- Marks, L.A. *et al.* "Efectos económicos de la biotecnología. Estudio de caso: la industria mexicana de la papa", en W. Jaffé, 1991.
- Martínez, F. y G. Aboites "Estado, protección legal y diversidad fitogenética", en *Sociológica*, año 6, número 16, México: UAM-Azcapotzalco, 1991, pp. 103-128.
- Martínez-Carrillo, J.L. y J.J. Pacheco-Covarrubias. "Manejo integrado de plagas en algodonero", memoria del día del agricultor 2000, Publicación especial, núm. 7, México: INIFAP/Produce/Sagar, abril, 2000, pp. 56-60.
- Maskus, K. *Intellectual property rights in the global economy*, Washington: Institute for International Economics, 2000.
- Massieu, Y. "La modernización biotecnológica de la agricultura mexicana", en *Cuadernos Agrarios: Nueva Época*, año 5, núms. 11 y 12, 1995, pp. 121-134.
- . *Biotecnología y empleo en la floricultura mexicana*, Serie Sociología, México: Biblioteca de Ciencias Sociales y Humanidades/UAM, 1997.
- . "La papa transgénica de Cinvestav-1: ¿una nueva forma de transferencia tecnológica en el campo?", trabajo presentado en el seminario *Políticas de ajuste estructural en el campo mexicano: efectos y respuestas*, marzo de 1998, Querétaro, Qro., México.
- Massieu, Y. *et al.* "Consecuencias de la biotecnología en México: el caso de los cultivos transgénicos", en *Sociológica*, año 15, núm. 44, México: UAM-Azcapotzalco, 2000, pp. 133-159.
- . "Social consequences of biotechnology in Mexico", ponencia presentada en el X World Congress of Rural Sociology, julio 30-agosto 5, Río de Janeiro, Brasil, 2000 (CD ROM).
- . "Transgenic potatoes for small-scale farmers: a case study in Mexico", en *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 41, 2000, pp. 6-10.

- . “Impactos socioeconómicos de los cultivos transgénicos en la agricultura mexicana”, en *Rostros y voces de la sociedad civil*, Nueva Época, año 6, núm. 22, mayo-junio, México, 2001, pp. 30.
- Mc Lung de Tapia. “Antropología e historia del maíz en México”, memoria del Taller sobre Maíz Transgénico, NAPPO/CFIA/Sagar/CONASAC/USDA, realizado en la Ciudad de México, del 13 al 16 de octubre de 1997, pp. 120.
- McKenzie, D. “Marx and the machine”, en *Technology and Culture*, 25, 1984, pp. 473-502.
- . “Economic and sociological explanation of technical change” en R. Coombs *et al.*, 1992, pp. 25-48.
- McKinney, S. “Biotech for product developers” [www.foodproductdesign.com].
- McMichael, P. *The global restructuring of agro-food systems*. Londres: University Press, 1994.
- Mellon, M. y J. Rissler (ed.). *Now or never*, Cambridge: UCS, 1998.
- Metcalf, S. J. “The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives” en P. Stoneman (ed.), *Handbook of the economics of innovation and technical change*, Oxford: Blackwell, 1995, pp. 409-512.
- Mitchell, J.C. *Social networks in urban settings*, Manchester: University Press, 1969.
- . “Social networks”, en *Annual Review of Anthropology*, vol. 3, 1974, pp. 277-299.
- Mizuchi, M. “Social network analysis: Recent achievements and current controversies”, en *Acta Sociológica*, vol. 37, 1994, pp. 329-343.
- y B. Potts. “Centrality and power revisited: actor success in group decision making”, en *Social networks*, 20, 1998, pp. 353-387.
- Molina, J.L. *El análisis de redes sociales: una introducción*, Barcelona: Ediciones Bellaterra/SGU, 2001, pp. 123.
- Moore, G.C. *et al.* “Bt cotton technology in Texas: a practical view”, Texas Agricultural Extension Service, L-5169, 1979.
- Muñoz-Santiago, A. “Enfermedades bióticas y abióticas del cultivar de papa”, en Lira-Saldívar *et al.* (eds.), memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de Papa, 20-23 de septiembre de 1995, Saltillo, Coahuila, México, pp. 12-17.
- Muñoz Vázquez, Elizabeth. “Severos obstáculos enfrentan productores de papa en México”, en *El Financiero*, México, 17 de noviembre, 1997.

- Nadel, S.F. *The theory of social structure*, Londres: Cohen & West, 1957.
- Narjes, K. "Welcoming speech" in B. Sorj, M. Cantley and K. Simpson, 1989.
- NAS. "Genetically modified pest protected plant. Science and regulation", *US National Academy of Sciences*, 2000, pp. 261.
- Nelson, G.C. (ed.). *Genetically modified organisms in agriculture: Economics and politics*, San Diego: Academic Press, 2001, pp. 344.
- Neppel, C. "Management of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins", The Environmental Studies Program: The University of Chicago [<http://camilapede.tripod.com/bapaper.html>] (octubre de 2000).
- Nieminen, J. "On centrality in a graph", en *Scandinavian Journal of Psychology*, 15, 1974.
- Niilet, E. "Demise of the life science company begins", en *Nature biotechnology*, vol. 18, enero, 2000, p. 14.
- OECD. *Knowledge management in the learning society*, París, 2000.
- Ohmae, K. *The Evolving Economy: Make sense of the new world order*, USA: Harvard Business Review Book.
- Oliva, G. "Bridging the science divide", *Time Latin American Edition*, marzo 5, 2001, p. 48.
- Otero, G. "El contexto global del análisis de impacto de las biotecnologías en la agricultura", en W. Jaffé (ed.), *Análisis de impacto de las biotecnologías en la agricultura: aspectos conceptuales y metodológicos*, San José, Costa Rica: IICA/Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, 1991, pp. 19-52.
- . "Agricultural biotechnology in Latin America: studying its future impacts", en B. Herbert-Copley, 1995, pp. 63-78.
- Pacheco Covarrubias, J.J. "Estrategia de manejo regional de insecticidas (algodonero)", mimeo, 1995, pp. 8.
- Paredes, O. y G. Harry. "La ingeniería genética de plantas, una alternativa para la producción de alimentos en México", en R. Quintero, 1985.
- Persley, G.J. (ed). *Agricultural Biotechnology: Opportunities for International Development*. Biotechnology in Agriculture Series, núm. 2, Reino Unido: CAB International, 1990, pp. 495.
- Persley, G. *et al.* "Biosafety: The safe application of biotechnology in agriculture and the environment", reporte de investigación, núm. 5, La Haya: ISNAR, 1993, pp. 39.

- Persley, G. J. y M. M. Lantin (eds.). *Agricultural biotechnology and the poor: An international conference on biotechnology*, CGIAR/US National Academy of Sciences, octubre de 2000 [http://www.cgiar.org/rep].
- Pinch, T. y W. Bijker. "The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", en W. Bijker, T. Hughes y T. Pinch, 1987.
- . "The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", en *Social Studies of Science*, vol. 14, 1986, pp. 399-441.
- Pinstrup-Andersen, P. "Developing appropriate policies. Biotechnology for Developing-Country Agriculture: problems and opportunities", en *Focus 2, Brief*, 9 of 10, Washington: IFPRI, 1999, pp. 2.
- Pizarro, N. *Tratado de metodología de las ciencias sociales*, España: Siglo XXI, 1998.
- Possas, M. *et al.* "O processo de regulamentacao da biotecnologia: as inovacoes na agricultura e na producao agroalimentar", *Estudios de política agrícola*, núm. 16, Brasilia: Documentos de trabajo, IPEA, 1994, pp. 129.
- Qaim, M. "Transgenic virus resistant potatoes in Mexico: potential socioeconomic implications of north-south biotechnology transfer", en *ISAAA Briefs*, núm. 7, Nueva York: ISAAA, 1998, pp. 48.
- . "The economics effects of genetically modified orphan commodities: projections for sweetpotato in Kenya", *ISAAA Briefs*, núm. 13, Nueva York: ISAAA Ithaca, ZEF, Bonn, 1999, pp. 32.
- Quintero, R. "Prospectiva de la biotecnología en México" y "Situación internacional de la biotecnología: presente y futuro", en R. Quintero, *Prospectiva de la biotecnología en México*, México: Fundación Javier Barros Sierra/Conacyt, 1985.
- . *Prospectiva de las agrobiotecnologías*, San José Costa Rica: IICA/ Programa de Generación y Transferencia de Tecnología/Serie Documentos de Programa, núm. 34, 1993, pp. 162.
- . "Retrospectiva de la biotecnología", *Biocit Siglo XXI*, México: CIT/ UNAM/Proyecto Determinación de prioridades de I&D y mecanismos de fomento en biotecnología, año 3, núm. 8, 1994, pp. 3-6.
- Quintero, R. y R. L. González. "Biotechnology in Latin America: Mexico", en B. Sorj *et al.*, 1989.
- Raman, K.V. "Facilitating plant biotechnology transfer to developing countries", en D. Altman y K. Watanabe, 1995.
- Raynolds, L. "Institutionalizing flexibility: a comparative analysis of fordist and post-fordist models of third world agro-export production", en

- G. Gereffi (ed.), *USA: Commodity chains and global capitalism*, Praeger Publishers, 1994, pp. 143-162.
- Reichhardt, T. "US sedes mixed mesage in GM debate...", en *Nature*, vol. 400, julio 22, 1999, pp. 480.
- Restivo, S. "The theory landscape in science studies: sociological traditions", en S. Jasanoff *et al.*, 1995, pp. 95-110.
- Rivera-Bustamante, R. "An example of transfer of proprietary technology from the private sector to a developing country", en D. Altman y K. Watanabe, 1995.
- y V. Villalobos. "La producción de papa transgénica en México: análisis de una experiencia exitosa", en J. Komen *et al.* (eds.).
- Romero-Lima, M. R. *et al.* "Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales", en *Agrociencia*, 34, México, 2000, pp. 261-269.
- Rosenberg, N. *Exploring the black box: technology, economics, and history*, USA: Cambridge University Press, 1994.
- Rubio, B. "Desarrollo del capital en la agricultura mexicana y biotecnología: ¿hacia un nuevo patrón de acumulación?", en *Sociológica*, año 6, núm. 16, México: UAM-Azcapotzalco, 1991, pp. 39-59.
- . "Agricultura mundial, estructura productiva y nueva vía de desarrollo rural en América Latina (1970-1992)", en H.C. de Grammont (ed.), *Globalización, deterioro ambiental y reorganización en el campo*, México: UNAM, 1995, pp. 19-58.
- Sagar. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*, 1996.
- Sailer, L. "Structural, equivalence. Meaning and definitions", en *Social Networks*, 5, 1978.
- Salazar, F.L. "Enfermedades virósas de la papa", Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 1982, pp. 111.
- SARH. *Sistema-producto papa. Datos básicos*, México, octubre, 1994.
- . *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*, 1996.
- Scott, J. *Social network analysis. A handbook*, Beverly Hills: SAGE, 1991.
- Shimoda, S. The bio-engineering of the seed industry, *Seed World*, junio, 1997, pp. 29-30.
- Shiva, V. *Stolen harvest: the hijacking of the global food supply*, Cambridge: South, End Press, 2000, pp. 140.

- Shrum, W. e Y. Shenhav. "Science and technology in less developed countries", en Jasanoff *et al.*, 1995, pp. 627-651.
- Solleiro, J.L. "Patentes en biotecnología: oportunidades, amenazas y opciones para América Latina y el Caribe", en M.E. Zaldívar y W. Jaffé, 1991.
- . "Intellectual property rights and the growth of biotechnology based industries in developing countries", en *Biotechnology Advances*, vol. 15, núm. 3, 4, USA: Elsevier Science Inc., 1997, pp. 565-582.
- Solleiro, J.L. *et al.* "Metodologías para el análisis del impacto socioeconómico de la biotecnología agrícola: lecciones de los estudios mexicanos", en J. Komen *et al.*, *Transformación de las prioridades en programas viables. Actas del seminario de política biotecnológica agrícola para América Latina*. Perú, 6 al 10 de octubre de 1996, La Haya/México: Intermediary Biotechnology Service/Cambiotec.
- Solleiro, J.L. y Castañon, R. (1998) "Country and regional case studies: Mexico", en F. H. Erbisch y K. M. Mareid.
- Sorj, B. Cantley, M. y K. Simpson. *Biotechnology in Europe and Latin America: Prospects for cooperation*, Holanda: Kluvier Academic Publishers for the Commission of the European Communities, 1998, pp. 223.
- Spillane, Ch. "Recent developments in biotechnology as they relate to plant genetic resources for food and agriculture", FAO, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Background study paper, núm. 9, 1999, pp. 64.
- Stalder, F. "Actor network theory and communication networks: towards convergence", 1997 http://gopher.fis.utoronto.ca/~stalder/html/Network_Theory.htm.
- Stirling, A. "On science and precaution in the management of the technological risk, a synthesis report", SPRU: University of Sussex, 1999, pp. 56 (en prensa).
- Suárez, B. "La desregulación en la industria de las semillas: patentes y biotecnología", en R. Casas *et al.*, 1992.
- . "*¿Biotecnología para el progreso de México?*", México: Centro de Ecodesarrollo, 1990, pp. 206.
- Suttor, J. *et al.* "Its about time: how, why, and when networks change", *Social networks*, 19, 1997, pp. 1-7.
- Sundbo, J. *The theory of innovation: entrepreneurs, technology and strategy*, Reino Unido: Edward Elgar: Cheltenham, 2001.
- Swaminathan, M.S. "Foreword" en D. Altman y K. Watanabe, 1995.
- Tengerdy, R. y G. Szakács. "Perspectives in agrobiotechnology", en *Journal of Biotechnology*, vol. 66, 1998, pp. 91-99.

- Thayer, A. "Agbiotech industry is gambling on an information campaign, continued farmer acceptance, and promises for the future", en *Chemical & Engineering News: New Focus*, octubre 2, vol. 78, núm. 40, 2000, pp. 1-14, octubre, 2000 [<http://pubs.acs.org/cen/index.html>].
- Traxler G. *et al.* "Transgenic cotton in Mexico: Economic and environmental impacts", paper presented in 5th International Conference on: Biotechnology, Science and Modern Agriculture: a New Industry at the Dawn of the Century, Ravello, Italia: ICABR/CEIS/CSR/EGC/IESS, junio 15-18, 2001,
- Tzotzos, G. "Regulation of biotechnology in LCD's: implications for technology development and transfer", *AgBioForum*, 2 (3&4), pp. 212-214, enero, 2000 [<http://www.agbioforum.org>].
- Uzogara, S. G. "The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: a review", en *Biotechnology Advances*, 18, 2000, pp. 179-206.
- Valente, T. *Networks models of the diffusion of innovations*. USA: Hampton Press, 1995, pp. 171.
- van Wijk, J. "Plant varieties patentable in Mexico", en *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 9, diciembre, 1991, pp. 20.
- . "Patents and the GATT", en *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 3, 1990, p. 24.
- Vergragt, P. J. "Social shaping of industrial innovations", en *Social Studies of Science*, vol. 18, 1988, pp. 483-513.
- *et al.* "Industrial technological innovation: interrelationships between technological, economic and sociological analyses", en R. Coombs *et al.*, 1992, pp. 226-248.
- Villalobos, V. "La Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados", en *El Mercado de Valores*, núms. 11 y 12, México: Nafin, 2000, pp. 8-16.
- Viniestra, G. "La biotecnología en la industria agroalimentaria", en R. Quintero, 1985.
- . "La bioética y la biotecnología", en T. Kwiatkowska y R. López Vilchis (comps.), *Ingeniería Genética y Ambiental: problemas filosóficos y sociales de la biotecnología*, México: Conacyt/Plaza y Valdés, 2000, pp. 107-127.
- Wald, S. *Biotechnology, economic and wider impacts*, París: OECD, 1989, pp. 11.
- Wallerstein, I. *Abrir las ciencias sociales*, México: Siglo XXI, 1999, pp. 114.

- Wasserman, S. y K. Faust. *Social network analysis: Methods and applications*, UK/USA: Cambridge University Press, 1994, pp. 825.
- Wasserman, S. y J. Galaskiewics. *Advances in social networks analysis: Research in the social and behavioral sciences*, USA: SAGE Publications, Inc., 1994. .
- Wijker, W. *et al.* *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, Cambridge: The MIT Press, 1987, pp. 405.
- Winner, L. "Perspectives: Technological determinism: Alive and kicking?", en *Bull.Sci. Tech.Soc.*, vol. 17, núm. 1, USA, 1997, pp. 1-2.
- Zaldívar, M. E. y W. Jaffé. *Políticas de propiedad industrial de inventos biotecnológicos y uso de germoplasma en América Latina y el Caribe*, Costa Rica: Programa Regional de Biotecnología para América Latina y el Caribe/IICA Programa II: Generación y Transferencia de tecnología, 1991, pp. 479.
- Zechendorf, B. "Agricultural biotechnology: why do Europeans have difficulty accepting it?", en *AgBioForum*, vol. 1, núm. 1, pp. 8-13. Septiembre, 1998 [<http://www.agbioforum.missouri.edu>].
- Zúñiga, L. *et al.* "Resistencia genética a los virus", en *Agrociencia*, vol. 32, núm. 4, octubre-diciembre, México, 1999, pp. 389-396.

Abreviaturas

ADNr	Ácido Desoxirribonucleico recombinante
ADPIC	Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio
AFP	Acuerdo fundamentado previo
ARS	Análisis de Redes Sociales
CCB	Consejo Consultivo de Bioseguridad
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CIBIOGEM	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados
CINVESTAV-I	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Irapuato
CIP	Centro Internacional de la Papa
CNBA	Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
DGSV	Dirección General de Sanidad Vegetal
DOV	Derechos de obtentores vegetales
DPI	Derechos de propiedad intelectual
ECyT	Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología
ESOCITE	Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología
ETC	Action Group on Erosion, Technology and Concentration
FDA	Food and Drug Administration
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio)
I&D	Investigación y desarrollo
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
IRRI	International Research Rice Institute
ISAAA	International Service for Acquisition of Agri-Biotech Applications
OCDE	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
NAPPO	North American Plant Protection Organization
NIH	National Institute of Health
OGM	Organismos genéticamente modificados
OMC	Organización Mundial de Comercio
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
ONG	Organización No Gubernamental
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OVM	Organismos vivos modificados
PVX	Potato virus X, virus X de la papa
PVY	Potato virus Y, virus Y de la papa
PLRV	Potato leaf roll virus, virus de enrollamiento de la hoja
RAFI	Rural Advancement Foundation International
RAPAM	Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México
RST	Redes Socio Técnicas
SAGAR	Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural
SALUD	Secretaría de Salud
SCOT	Social Construction of Technology
SCFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca
SEP	Secretaría de Educación Pública
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
TA	Technology Assessment
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte entre Canadá, Estados Unidos y México
TRIPs	Trade-Related Aspects of Intellectual Property
UAMA	Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco
UNORCA	Unión Nacional de Organizaciones Regionales Campesinas
UE	Unión Europea
UPOV	Union pour la Protection des Obtentions Végétales (Convenio Internacional para la Protección de las Variedades Vegetales)
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

mc

La biotecnología agrícola en México. Efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad, de Rosa Luz González Aguirre, número cuarenta de la colección Breviarios de la Investigación, se terminó de imprimir en noviembre de dos mil cuatro. El tiro consta de mil ejemplares impresos en papel bond ahuesado de 44.5 kilos (interiores) y cartulina couché de 250 gramos (cubiertas); en su formación se utilizaron tipos de la familia AGaramond en 11/13.

Edición e impresión: mc editores
Texcaltitla 27
01830, Ciudad de México
mceditores@hotmail.com

Rosa Luz González Aguirre es científica social e ingeniera química, tiene una larga trayectoria en el desarrollo y uso de tecnologías complejas como la biotecnología, desde actividades de desarrollo tecnológico hasta la formulación de políticas de promoción y regulación. El trabajo que ahora nos presenta se refiere a los efectos reales y potenciales de dos nuevas biotecnologías agrícolas en el país: el algodón resistente a insectos y la papa resistente a virus. La doctora González realiza un acercamiento a los efectos que estas nuevas tecnologías empiezan a tener en la sociedad mexicana, especialmente en torno a la complejidad institucional que llevan asociada los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad. Desde la perspectiva de los estudios de ciencia y tecnología y con el apoyo del análisis de redes sociales, la autora pone énfasis en que el desarrollo y uso seguro de estas tecnologías tiene como prerrequisito la capacidad de cada uno de los actores involucrados para manejarlas adecuadamente, aspecto a menudo olvidado cuando se intenta promoverlas o regularlas.

Esta investigación es resultado de su tesis doctoral; su formación le ha permitido establecer puentes entre las partes social y técnica; además, las perspectivas de análisis que conjunta le permitieron avanzar de la metáfora de la red de interacciones, a la aplicación del análisis de redes sociales para la identificación de las diferentes propiedades que se derivan de las relaciones establecidas por los actores al desarrollar o utilizar dichas tecnologías.

Su trabajo fue reconocido por la Asociación Mexicana de Estudios Rurales A.C. (AMER) como la mejor investigación de grado doctoral sobre el campo mexicano en 2003, así como por el Centro de Investigaciones y Posgrado de Alto Nivel de la Universidad Autónoma Chapingo (CESTAAM). La Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco, publica esta investigación como resultado del Concurso para la publicación de las dos mejores tesis de posgrado 2003, convocado por el Comité Editorial Breviarios de la Investigación, de la División de Ciencias Sociales y Humanidades.



9789703102235