

 XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION  
ARCHIVO HISTORICO

T  
271

84457



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco  
División de Ciencias Sociales y Humanidades  
Doctorado en Ciencias Sociales

# LOS EFECTOS DE LA PROPIEDAD INTELLECTUAL Y LA BIOSEGURIDAD EN EL ACCESO A LA BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN MÉXICO

**T E S I S**

Que para optar por el grado de:  
Doctora en Ciencias Sociales  
Especialidad Desarrollo Rural  
P r e s e n t a  
Rosa Luz González Aguirre

Directora: Dra. MICHELLE CHAUVET SÁNCHEZ –PRUNEDA

México, D.F., Octubre de 2002

La investigación fue realizada para obtener el grado de doctora en ciencias sociales, en el área de desarrollo rural, en la UAM-X bajo la dirección de la Dra. Michelle Chauvet Sánchez-Pruneda, investigadora del Grupo de Sociedad y Biotecnología del Departamento de Sociología de la UAM-A.

Jurado para examen:

Presidente	Dr. Arturo León López	UAM-X
Secretario	Dra. Michelle Chauvet Sánchez-P.	UAM-A
Sinodal Titular	Dra. Rosalba Casas Guerrero	UNAM
Sinodal Titular	Dra. Ma. del Carmen del Valle R.	UNAM
Sinodal Titular	Dr. Gustavo Viniegra González	UAM-I
Sinodal Suplente	Dra. Yolanda Massieu Trigo	UAM-A
Sinodal Suplente	Dr. Óscar Monroy Hermosillo	UAM-I

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi esposo, por su amor y comprensión a lo largo de todo este proceso; sin su apoyo, difícilmente hubiera podido realizar este esfuerzo. Él es mi inspiración y mi vida.

## **Agradecimientos especiales**

La Dra. Michelle Chauvet 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 profunda admiración, aprecio y gratitud por esta labor y mi mayor reconocimiento a su destacada trayectoria académica.

La Lic. María Elba González, mi hermana, apoyó mi trabajo desde que inicié esta aventura del doctorado, de múltiples maneras, revisando y dando forma a mis trabajos finales, en la obtención de información, en el manejo de los softwares especializados, animándome y acompañándome a tomar los cursos y talleres complementarios. Ella ha sido también un gran apoyo en la discusión de los modelos utilizados en la tesis, así como en el trabajo de edición y revisión. En estricto sentido, ella debería ser coautora de esta tesis, a ella todo mi cariño y agradecimiento.

## Nota de Agradecimientos

El hilo conductor de la primera parte de esta nota es el cronológico, de ahí que mi primer agradecimiento sea para el Dr. José Luis Solleiro, por haberme impulsado y apoyado para iniciar el doctorado. Una vez adquirido el *momentum*, el éxito en el proceso de admisión fue posible gracias al MDR Rafael Calderón y al Dr. Roberto Diego. A lo largo de esta "conversión a lo social" he recibido el apoyo y orientación de ambos, sin regateos. Roberto, además, orientó la elección de director de tesis, lo cual le agradezco profundamente.

A la Dra. Amanda Gálvez, por su generosa disposición para apoyarme en los aspectos de bioseguridad. También deseo agradecer al Ing. Jorge Gil, por haberme introducido al "paradigma interdisciplinar del Siglo XXI": el análisis de redes sociales y a Alejandro Ruiz por sus invaluable enseñanzas y enorme paciencia. Asimismo, a la Dra. Paulina Balbás, por sus interesantes y divertidos cursos de biología molecular y desarrollo humano; el primero de gran utilidad para complementar los conocimientos técnicos que requería esta investigación, y el segundo, para mantener el equilibrio en las últimas etapas de esta aventura.

Por otro lado, esta investigación difícilmente hubiera podido ser concluida sin el apoyo de mis compañeras de trabajo y amigas. En la UNAM deseo expresar mi agradecimiento a Guadalupe Nova, por todo su apoyo en la obtención de información documental, a Silvia Almanza, Hilda Hernández, Arcelia González y Claudia Siemensen, por las interesantes discusiones en aspectos teóricos y metodológicos; en la UAM, a mis compañeras de trabajo del Grupo Sociedad y Biotecnología, de quienes he aprendido a hacer investigación de campo "en el campo"; a todas ellas, gracias por su amistad y motivación constante. También quiero agradecer a Lorena Pedraza, su afecto y generosidad, para mantenerme al día en aspectos técnicos; al MC Víctor Morales y al Biol Jorge Larson, por sus asesorías tan especializadas en aspectos de propiedad intelectual. De manera especial, quiero agradecer a todos los sinodales, quienes leyeron con gran cuidado esta tesis. Gracias a sus sugerencias y observaciones, la mismas es, definitivamente, mejor.

La segunda parte de esta nota sigue el hilo conductor emotivo: la familia. Toda mi familia, tanto la consanguínea como la política, ha estado muy pendiente de mi incursión por las ciencias sociales y les estoy muy agradecida, en especial a mi Mamá y a Doña Clemen; por sus rezos, a mi hermana Isela por sus desvelos homeopáticos para mantenerme saludable; a mi hermana Mercedes Elena, por su empeño en recabar información de campo en el sur de Sonora; a Miranda, por sus traducciones y orientación en materia de cómputo; a Luis y Zoraida, por haberse encargado de la parte desestresante del proceso; a mis hermanos, Catalina y Jesús Eduardo, así como a mi prima María Rosa y a mis sobrinos Agustín, Hildelisa e Ileana, por el interés, ilusión y motivación constantes.

## Índice

	págs
1. Introducción	1
1.1. Las preguntas de la investigación	5
1.2. Los objetivos de la investigación	7
1.3. Las hipótesis de la investigación	8
1.4. La estructura de la tesis	10
PRIMERA PARTE: El marco para el análisis	13
2. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos	13
2.1. La relación ciencia, tecnología, sociedad	14
2.1.1. El determinismo tecnológico	14
2.1.2. La construcción social de la tecnología	17
2.1.3. El estudio de la relación ciencia, tecnología y sociedad en países de menos desarrollo	19
2.1.4. La relación biotecnología y sociedad en México	20
2.1.5. La evaluación de impacto socioeconómico	21
2.2. Los ensambles sociotécnicos y su dinámica	23
2.2.1. El enfoque de sistemas tecnológicos	24
2.2.2. El actor-red	27
2.2.3. Redes tecnoeconómicas	31
2.2.4. Redes sociotécnicas	33
2.2.5. La participación social en el desarrollo y uso de tecnología	40
2.2.6. El análisis de redes sociales	42
2.2.7. El enfoque utilizado en la investigación	46
2.3. La dinámica de la agrobiotecnología	51
2.3.1. Algunas cuestiones epistemológicas	55
2.3.2. La biotecnología agrícola	58
2.3.2.1. <i>La delimitación de la biotecnología agrícola</i>	60
2.3.2.2. <i>Las características de la agrobiotecnología</i>	62
2.3.3. El desarrollo y uso de la agrobiotecnología	65
2.3.3.1. <i>Los elementos de la red de agrobiotecnología</i>	65
2.3.4. Variables que afectan el acceso	69
3. Los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola a nivel internacional	73
3.1. La primera etapa: la expansión de los beneficios netos	77

3.1.1. Los aspectos de propiedad intelectual	77
3.1.2. Los aspectos de bioseguridad	84
3.2. La segunda etapa: los cuestionamientos	88
3.2.1. La formación del mercado de la biotecnología agrícola en Europa y Estados Unidos	93
3.2.2. La formación del mercado de la biotecnología agrícola en países de menos desarrollo	97
3.3. La tercera etapa: ¿la expansión de costos netos?	100
4. Los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola a nivel nacional	105
4.1. La primera etapa	106
4.1.1. Los marcos regulatorios y la disponibilidad de tecnología	106
4.1.2. El acceso y la capacidad de procesamiento de los actores	115
4.2. La segunda etapa	118
4.2.1. La comercialización de OGM en México	118
4.2.2. La protección de las variedades vegetales	123
4.2.3. La evolución de la bioseguridad en el país	127
4.2.3.1. <i>El maíz transgénico y la bioseguridad en México</i>	129
4.2.3.2. <i>Los compromisos internacionales en bioseguridad adquiridos por México</i>	132
4.3. La tercera etapa	133
4.3.1. La participación de nuevos actores	133
4.3.2. La necesidad de coordinación institucional	134
4.3.3. Las iniciativas de ley en bioseguridad	136
4.3.3.1. <i>La construcción de visiones compartidas</i>	138
4.3.4. El establecimiento de normas	140
4.4. Las hipótesis de la investigación	142
4.4.1. Hipótesis 1	143
4.4.2. Hipótesis 2	144
4.4.3. Hipótesis 3	145
SEGUNDA PARTE: Estudios de Caso de Agrobiotecnología en México	147
5. La Papa resistente a virus PVX y PVY	150
5.1. La producción de papa en el país y las enfermedades virosas	151
5.2. Antecedentes del proyecto y descripción de la tecnología	157
5.3. La Red del proyecto de papa resistente a virus	161
5.3.1. Los actores	162
5.4. Las etapas del proyecto	165



5.4.1. La primera etapa	166
5.4.1.1. <i>El ambiente en la primera etapa</i>	167
5.4.1.2. <i>Los actores y las actividades realizadas en la primera etapa</i>	169
5.4.1.3. <i>Efectos de la propiedad intelectual en el acceso</i>	176
5.4.2. La segunda etapa	179
5.4.2.1. <i>El ambiente en la segunda etapa</i>	179
5.4.2.2. <i>Los actores y las actividades realizadas en la segunda etapa</i>	181
5.4.2.3. <i>El acceso a la tecnología de papa resistente a virus para productores agrícolas</i>	185
5.4.2.4. <i>La problemática de los pequeños productores de papa y el proyecto de resistencia a virus: Una visión cualitativa</i>	187
5.4.2.5. <i>Las visiones de ISAAA y UAMA respecto al acceso de los productores a la tecnología</i>	189
5.4.3. La tercera etapa	192
5.4.3.1. <i>El ambiente en la tercera etapa</i>	192
5.4.3.2. <i>Los actores y las actividades realizadas en la tercera etapa</i>	195
5.4.4. El escenario del proyecto	202
5.4.5. Comprobación de hipótesis	205
6. El Algodón resistente al ataque de insectos	209
6.1. La producción de algodón en el país	212
6.2. Antecedentes del algodón resistente al ataque de insectos y descripción de la tecnología	218
6.3. La Red generada por la utilización de algodón resistente a insectos	221
6.3.1. Los actores	221
6.4. Las etapas del proyecto	224
6.4.1. La primera etapa	225
6.4.1.1. <i>El ambiente en la primera etapa</i>	226
6.4.1.2. <i>Los actores y las actividades realizadas en la primera etapa</i>	229
6.4.2. La segunda etapa	243
6.4.2.1. <i>El ambiente en la segunda etapa</i>	244
6.4.2.2. <i>Los actores y las actividades realizadas en la segunda etapa</i>	249
6.4.2.3. <i>La adopción de algodón Bt en el sur de Sonora</i>	251
6.4.2.4. <i>La estrategia de precios diferenciales en el</i>	

algodón Bt	256
6.4.2.5. <i>La aparición de insectos resistentes</i>	258
6.4.3. La tercera etapa	259
6.4.3.1. <i>El ambiente en la tercera etapa</i>	260
6.4.3.2. <i>Los actores y las actividades realizadas en la tercera etapa</i>	261
6.4.3.3. <i>La propiedad intelectual y el acceso a la tecnología de algodón resistente al ataque de insectos para productores agrícolas</i>	268
6.4.4. El escenario del proyecto	271
6.4.5. Comprobación de hipótesis	273
7. Conclusiones	277
7.1. Conclusiones sobre el marco para el análisis y las herramientas utilizadas	278
7.1.1. <i>La aplicación del análisis de redes sociales</i>	281
7.2. Conclusiones acerca de las hipótesis	284
Hipótesis 1	285
Hipótesis 2	287
Hipótesis 3	289
7.3. Conclusiones sobre los casos	290
7.3.1. <i>El caso de la papa resistente a virus</i>	290
7.3.2. <i>El caso del algodón resistente al ataque de insectos</i>	292
7.3.3. <i>Acerca de las enseñanzas de la investigación para otros casos</i>	293
Bibliografía	295

## Anexos

En mini-CD en la tercera de solapas

A: Metodológico

B: Aplicación Software ARS

C: Estadístico

D. Gráfico

## Abreviaturas

ADNr	Ácido Desoxirribonucleido 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
ONU/II	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- Unidad 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

## 1. Introducción

A partir de los años setenta, lo que ahora se conoce como biotecnología moderna<sup>1</sup> generó grandes expectativas a nivel mundial, tanto por sus posibles efectos en la economía, el medio ambiente y la sociedad, como por la manera –en otro nivel de análisis- en que este campo del conocimiento podría afectar el quehacer de aquellos involucrados en su desarrollo y utilización: científicos, tecnólogos, empresarios, productores, consumidores, funcionarios, etc. Desde entonces, la biotecnología ha tenido un desarrollo muy dinámico, aunque desigual, en los diferentes sectores donde se ha utilizado para generar conocimiento e innovaciones<sup>2</sup>.

En el caso de aplicaciones relacionadas con la agricultura y la agroindustria las expectativas generadas son más recientes, datan de principios de los ochenta, cuando se transformó por vez primera una planta utilizando técnicas de ingeniería genética. Estas expectativas se centraron en las posibilidades que ofrecía la agrobiotecnología<sup>3</sup> para la revitalización de sectores primarios, a través 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 nivel mundial y de minimizar 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 la agrobiotecnología 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).

Lo anterior es resultado, en gran medida, de las reacciones que ha provocado la manera en que se desarrolla y utiliza la agrobiotecnología en el mundo. En efecto, desde los ochenta y noventa, a nivel 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 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, servicios, etc. (Joly, 1999a:1-9).

La agrobiotecnología, aunque inmersa en esta dinámica, ha sufrido un proceso de concentración más rápido e intenso que los experimentados por otras ramas de la biotecnología, desplazando

---

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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).

significativamente el *locus* de la innovación a la empresa<sup>4</sup>. La empresa, por su parte, se ha convertido en el actor central de la red donde se desarrollan y usan las agrobiotecnologías y, al formar grandes complejos agrobiotecnológicos, ha contribuido, entre otras cosas, a acelerar la reestructuración de la industria semillera a nivel mundial (Kalaizandonakes and Bjorson, 1997:129-139; Shimoda, 1997:29-30).

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

- la complejidad científica y tecnológica<sup>5</sup> asociada al desarrollo de una planta transgénica que hace necesaria la interacción de empresas tecnológicas, centros de investigación y desarrollo y empresas agrobiotecnológicas en diferentes modalidades;
- la posibilidad de apropiación legal de las innovaciones agrobiotecnológicas 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 apropiabilidad *de facto* que impulsa a las empresas agrobiotecnológicas a integrar a las compañías semilleras en su quehacer<sup>6</sup>; y
- una comercialización retrasada de acuerdo con la programación inicial, que provoca problemas financieros en las empresas tecnológicas<sup>7</sup> haciendo 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 agrícola<sup>8</sup> a

---

<sup>4</sup> 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 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.

<sup>5</sup> Según Kash y Rycolt 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).

<sup>6</sup> 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, juegan un papel muy importante las empresas semilleras, de ahí el interés de las empresas agrobiotecnológicas por integrarlas en su quehacer.

<sup>7</sup> Como se señaló, 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.

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

diferentes niveles, especialmente en países de más desarrollo<sup>9</sup>, por los posibles riesgos que su utilización puede representar (Zechendorf, 1998:8-13).

Los temores de la población sobre 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. En el caso de la agrobiotecnología se trata de un mercado apenas en formación y 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, de las mismas 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 proceso de desarrollo y uso de esta tecnología, aunada a las posibilidades de apropiación legal de estas innovaciones -a través de 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 relacionadas con la promoción y regulación de la biotecnología.

De ahí que estas actividades han dejado de ser actividades exclusivas de gobiernos, asociaciones empresariales y profesionales. Especialmente la regulación de la agrobiotecnología 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 de sociedades más desarrolladas. Los logros que estos actores han tenido en actividades relacionadas con el control de esta tecnología ponen de manifiesto que es posible redefinir diferentes aspectos de ésta en función de consideraciones que son importantes para la vida humana y el ambiente, y cuestionan el papel de los gobiernos en el establecimiento de regulaciones que garanticen beneficios que rebasen el marco de la industria biotecnológica (González, 2000:62-65).

En el caso de países de menos desarrollo<sup>10</sup> las preocupaciones se centran en:

---

<sup>9</sup> 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.

- los efectos que esta tecnología puede tener en la producción agrícola a pequeña escala y las posibilidades para los productores de menos recursos de tener acceso a la misma;
- el riesgo que puede representar para la biodiversidad y la práctica agrícola la utilización ampliada de la agrobiotecnología y la complejidad regulatoria que implica su uso seguro;
- la gran centralización que está ocurriendo en el mundo en la producción de alimentos, la importancia de las empresas agrobiotecnológicas en este proceso y los criterios utilizados para el desarrollo de sus innovaciones;
- las posibilidades de apropiación de las mismas;
- la importancia de la biodiversidad para la agrobiotecnología; y
- 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. Ambos aspectos están estrechamente relacionados con la promoción y regulación de la agrobiotecnología, es decir, con su control y, en consecuencia, con la posibilidad de guiar su desarrollo hacia objetivos de beneficio social más amplio<sup>11</sup> y de influir en el acceso que a esta tecnología puedan tener los diferentes actores que participan en el proceso de cambio tecnológico<sup>12</sup>.

En esta tesis se analizan 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 desarrollo y uso de esta tecnología en México. Se parte del reconocimiento de que en una tecnología compleja, como lo es la agrobiotecnología, las innovaciones y su difusión son el resultado 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).

---

<sup>10</sup> 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.

<sup>11</sup> 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 las innovaciones agrobiotecnológicas 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.

<sup>12</sup> 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).



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 este, a su vez, debe tener capacidad para procesar la tecnología en cuestión (capacidad de utilización), a fin de poder distribuirla a los siguientes actores que van a continuar con el proceso.

## 1.1. Las preguntas de la investigación

En México los primeros productos agrobiotecnológicos se empezaron a difundir 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, Chauvet y Castañeda, 1999:181-201); como también
- que existen limitaciones para manejar una tecnología de gran complejidad regulatoria como lo es la agrobiotecnología (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 -de manera ampliada- 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); y
- el escaso valor de cambio que tiene la diversidad biológica nacional, y el conocimiento tradicional asociado, que se utilizan 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 -de que 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- que promueve cambios en las reglas que gobiernan los DPI y el conocimiento tradicional (González, 2001:216; Shiva, 2000:5-20;).

En correspondencia, está presente a lo largo de esta investigación la interrogante de si tales efectos y limitaciones podrán movilizar a actores a nivel 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 reconocimiento de un adecuado valor de cambio de los recursos genéticos y bioquímicos y el conocimiento tradicional asociado y 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 a través de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el contexto actual en el país?
- ¿Es posible a través de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad ampliar la base de participación social de actores interesados en guiar el desarrollo de la agrobiotecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio?

Aún y cuando algunos estudios han advertido sobre la manera en que tanto propiedad intelectual como bioseguridad pueden condicionar el acceso a estas tecnologías -especialmente en el caso de productores agrícolas de países de menos desarrollo- es importante destacar que ambos aspectos también tienen influencia en el acceso de los diferentes actores que participan 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 agrobiotecnológicas, adecuadas a las necesidades de sus productores de menos recursos, podría ser 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 agrobiotecnológicos se empiezan a utilizar de manera ampliada, se ha visto que sus efectos pueden variar dependiendo de múltiples aspectos; tan sólo el nivel de riesgo de un organismo genéticamente modificado (OGM) depende -al menos- de la construcción genética insertada, de la biología del organismo receptor, de las condiciones ecológicas del sitio específico donde se pretenda introducirlo, 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 (Alvarez, 1999:51-54). Lo que apunta 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).

## 1.2. Los objetivos de la investigación

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 agrobiotecnológicos que buscan modificar y adecuar marcos regulatorios en aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual. El propósito principal de estas acciones es crear un mercado para los productos y servicios de la agrobiotecnología, pero sin asumir mayor responsabilidad respecto a 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: los aspectos relacionados con la disponibilidad de la tecnología, pero no se ha puesto atención al otro componente, que es la capacidad de procesamiento del actor. Este componente del acceso 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 posibilidad de utilizar esta tecnología de manera segura y preservar su valor de uso a corto mediano y largo plazo. Cabe resaltar que tanto los aspectos de propiedad intelectual como los de bioseguridad afectan la capacidad de procesamiento de diferentes actores, ya que su manejo necesita recursos y organización más complejos. Por lo anterior, en la investigación motivo de esta tesis 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 un país como México.

Propiedad intelectual y bioseguridad guardan una estrecha relación con actividades de promoción y regulación de la agrobiotecnología 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 los actores con capacidad de influir en el acceso a través 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 hacer 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 en esta investigación no se plantea para un grupo particular de actores, sino para aquellos que participan en su desarrollo y utilización en un país como México, a saber: investigadores, empresarios, productores agrícolas, procesadores, consumidores, así como otros actores que toman parte en actividades de promoción y control de la agrobiotecnología, 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 la agrobiotecnología, sino con los factores que los guían en su actuación y con la dinámica de este proceso.

Por su 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 la influencia de los actores interesados en guiar el desarrollo de la agrobiotecnología, en función de intereses que en mayor o menor medida difieren de los intereses actuales en juego, implica ir más allá de la estimación de impactos *ex post* y, reconociendo la heterogeneidad del proceso de cambio tecnológico, identificar los diferentes aspectos sociales, políticos, económicos y técnicos que lo influyen, detectando en forma paralela los márgenes de actuación de los distintos actores. Esta 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. Esta investigación constituye una pequeña parte de esa evidencia.

### **1.3. Las hipótesis de la investigación**

Tanto los aspectos relacionados con propiedad intelectual, como con bioseguridad incrementan la complejidad institucional que requiere el desarrollo y uso de la agrobiotecnología. Esta complejidad institucional 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 que estén interesados.

**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 bioseguridad afectarán el acceso de grupos importantes de actores (H1).**

Hasta épocas recientes, los actores con más capacidad de influir en el acceso a la agrobiotecnología a través de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el país eran los que participaban en su desarrollo (grupos empresariales y de centros de investigación), así como académicos estudiosos de las implicaciones de la propiedad intelectual y bioseguridad en la agrobiotecnología y por supuesto, el gobierno, a través de diferentes actividades de promoción y regulación de la tecnología. Recientemente, las implicaciones de ambos aspectos sobre 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 al uso de esta tecnología. Estos actores están sirviendo de contrapeso frente a los grandes grupos empresariales que comandan la agrobiotecnología, de ahí que:

**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 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 (H2).**

En el marco del actual modelo de desarrollo es esperable 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 la agrobiotecnología con las menores restricciones posibles. No es de esperarse, sin embargo, que un problema tan complejo -como son los posibles efectos negativos de la agrobiotecnología en el ambiente y en la práctica agrícola, en un país de megadiversidad como México- pueda ser resuelto con el modelo de desarrollo actual, por lo que:

**Si no se realizan cambios importantes en las actividades de regulación de la agrobiotecnología 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 (H3).**

Fue en la búsqueda del asidero metodológico que permitiera alcanzar los objetivos y operacionalizar las hipótesis que 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 de una colección de actores que considera, tanto sus atributos como los enlaces entre ellos.

En este sentido, los resultados de esta investigación contribuyen a avanzar en el conocimiento de las nuevas relaciones que se están estableciendo entre la agricultura y otros sectores por el desarrollo y uso de tecnologías complejas y eso es 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.

#### **1.4. Estructura de la tesis**

En esta investigación se aplicaron distintos enfoques de redes, cuyas características se discuten y presentan en el capítulo 2 y en el anexo metodológico. La construcción del marco para el análisis revisa la evolución de la agrobiotecnología, destacando los aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual, en el ámbito internacional (capítulo 3) y en el nacional (capítulo 4). Estos aspectos han sido abordados por varios autores y a lo largo del tiempo han recibido diferentes interpretaciones, en estos capítulos se resalta su carácter dual: como principio político y como principio de reestructuración. Se destaca, asimismo, 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 esta tecnología se está desarrollando y difundiendo. Al finalizar la primera parte de la tesis en el punto 4.4. se presenta el desarrollo de las hipótesis.

En la segunda parte de la tesis se presenta una breve caracterización del sector agrícola en México, para después particularizar en los estudios de caso<sup>13</sup>: el caso de la papa resistente a virus (capítulo 5) y el del algodón resistente al ataque de insectos (capítulo 6).

---

<sup>13</sup> 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 and Balázs, 1998: 33).

En el primero -el de la papa- se analiza cómo los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad pueden afectar, desde la etapa de I&D, el acceso de investigadores de instituciones públicas a agrobiotecnologías que no son del dominio público. También se aportaron elementos sobre los efectos que pueden tener ambos aspectos 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 actual 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, el del algodón resistente al ataque de insectos, por su parte, revisa los efectos que tienen propiedad intelectual y bioseguridad, especialmente en el acceso de productores, y las implicaciones para las agencias gubernamentales involucradas en la autorización y vigilancia de una innovación desarrollada en el exterior por uno de los complejos agrobiotecnológicos 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. Ambos casos y algunos planteamientos de los capítulos 3 y 4 permiten demostrar las hipótesis uno y dos.

La tercera hipótesis tiene que ver con el futuro. Los escenarios para cada caso apoyan esta tercera hipótesis. Es importante resaltar que a fin de cuentas las hipótesis tienen que ver con aspectos políticos de la agrobiotecnología; en primer término reconociéndola como una fuerza importante del mundo actual, incipiente aun, pero que puede tener efectos positivos y negativos de largo alcance; y en segundo término, porque la política de la tecnología es también una cuestión acerca de cómo el proceso de desarrollo y uso de una tecnología como esta puede y debe ser reorientado hacia objetivos de beneficio social más amplio. Al final se presentan las conclusiones y la bibliografía. Se incluyen también el anexo metodológico, el de aplicaciones de software para análisis de redes sociales (ARS), el estadístico y el gráfico.

Esta tesis puede resultar de interés para quienes tradicionalmente han participado en la formulación de políticas para la promoción y regulación de esta tecnología: funcionarios, asociaciones técnicas y empresariales, pero también para nuevos actores como las organizaciones no gubernamentales de tipo ambientalista, y de productores, etc. De igual suerte, sería de utilidad para quienes realizan actividades que tienen que ver directamente con el desarrollo y uso de la agrobiotecnología: investigadores, empresas tecnológicas, empresas de insumos, productores agrícolas, procesadores de alimentos y consumidores de productos agrobiotecnológicos, 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 a nivel actor que requiere el proceso de desarrollo y uso de la agrobiotecnología.

Además, una investigación de esta naturaleza puede ayudar a mejorar la comprensión de un problema de gran actualidad como es el relativo a los efectos de la agrobiotecnología, que adquieren cada vez mayor importancia en países de menos desarrollo ya que estos tienen fuertes carencias en recursos y organización para manejar tecnologías complejas, pero 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.



para su introducción y difusión ampliada en México. A pesar de un contexto nacional de ausencia de políticas para la promoción y uso de esta tecnología, la autora de esta investigación pensaba que sus resultados podrían ser de interés para quienes participaban en su regulación, pero también para quienes se interesaran en promover el desarrollo y adopción generalizada de esta tecnología en el país. Este planteamiento encerraba una fuerte dosis de determinismo tecnológico y, vista retrospectivamente, esa primera propuesta de investigación abordaba los problemas sociales del cambio sociotécnico con un enfoque de carácter técnico<sup>3</sup>.

## 2.1. La relación ciencia, tecnología y sociedad

La atención dada a la relación ciencia-tecnología-sociedad desde las ciencias sociales es reciente. Al respecto, algunos autores distinguen un patrón específico que puede ser caracterizado como un lento movimiento pendular. El péndulo empieza a oscilar en los cuarenta, cuando algunos 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<sup>4</sup>. A continuación se explora la controversia acerca de qué tanto la tecnología condiciona o no al cambio social.

### 2.1.1. El determinismo tecnológico

Cualquiera que pueda ser la "revolución" tecnológica específica, los deterministas tecnológicos 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

<sup>3</sup> Según Elzen, los estudios de tecnología típicamente han utilizado dos enfoques para tratar con los problemas sociales relacionados al cambio sociotécnico. Ya sean sociales en carácter, tratando de influenciar el comportamiento de las personas, o técnicos, tratando de introducir las nuevas tecnologías en las relaciones sociales existentes. (Elzen, 1998).

<sup>4</sup> 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 quemarropa "¿Estaríais dispuestos a volar en un avión que fuera simplemente el resultado del consenso social?" (Dosi, 1992:271).

## PRIMERA PARTE

### El Marco para el Análisis

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 probablemente es un falso problema, puesto que tecnología es sociedad y ésta no puede ser comprendida o representada sin sus herramientas técnicas (Castells, 1999:31).

## 2. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos

La consideración más importante para establecer el marco para el análisis en esta investigación fue resultado de la dinámica de la agrobiotecnología, así como del proceso mismo de formación del doctorado a nivel teórico, metodológico y empírico: "...la investigación puede enseñarnos cosas que no sabíamos, presentamos sorpresas en términos de nuestras expectativas previas." (Wallerstein, 1999:97)

El tema planteado en la investigación y que se condensa en el título de la tesis es prácticamente el mismo, pero la motivación inicial cambió, al igual que los casos seleccionados al inicio del proceso de admisión al doctorado. Sin embargo, como se verá en la Segunda Parte de esta tesis, los casos se seleccionaron en respuesta a consideraciones similares a las que se tenían en un principio.

En cuanto a la motivación inicial es importante destacar que dada la formación y experiencia profesional de quien plantea esta investigación<sup>1</sup>, así como su participación en investigaciones previas al inicio del doctorado -donde se señalaba a la propiedad intelectual y a la bioseguridad como pre-requisitos para que en un país como México se tuviera acceso a la agrobiotecnología<sup>2</sup>- era casi una derivación natural proponer como tema de investigación para ser admitida al doctorado, el estudio de los efectos del marco regulatorio de la propiedad intelectual y la bioseguridad, en el acceso a esta tecnología de los principales actores de su desarrollo y uso en México.

Así, al reconocer a la agrobiotecnología como una tecnología promisoría para países de menos desarrollo, el planteamiento inicial de esta investigación consideraba importante aportar elementos

---

<sup>1</sup> Formación en ingeniería química con experiencia en actividades de desarrollo tecnológico en biotecnología y en prospección y evaluación de tecnología, especialmente agrobiotecnología.

<sup>2</sup> Solleiro *et al*, 1992. Lorence *et al*, 1993; González, 1994.

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, en una época de desencanto social ante la ciencia y la tecnología, por la acumulación de efectos negativos de un desarrollo industrial cuyos actores no tuvieron capacidad de anticipar.

En el caso de la agrobiotecnología este tipo de lenguaje ha permeado el estudio de la relación de esta tecnología 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 en agrobiotecnología como una fuerza que afectará profunda, 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 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 influenciada por la sociedad, pero su desarrollo causa transformaciones secundarias en la marcha de ésta (Berg, 1998:463). Presumiblemente la tecnología sólo es social a través de los propósitos que sirve. La tecnología, por tanto, se asemeja a la ciencia y las matemáticas por su independencia del mundo social pero, a diferencia de ellas, tiene impactos sociales profundos<sup>5</sup> (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 ser autónomos.

Esta modalidad ha sido muy debatida por los ECyT en épocas recientes, pero según Winner<sup>6</sup>, aún y 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

---

<sup>5</sup> Andrew Feenberg es uno de los filósofos de la tecnología contemporáneos proponentes del control democrático de la tecnología.

<sup>6</sup> Una figura destacada en determinismo tecnológico.

procesos imparables, fuertemente determinísticos, 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 del cambio tecnológico abiertamente determinística 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 1950 (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 maneras específicas. Esta modalidad de determinismo tecnológico no es central en el debate de los ECT, 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 influencia 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 se explora en el punto 2.2.5 de este capítulo, y es relevante para esta investigación ya que, en pocas tecnologías como en la

agrobiotecnología, 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.

### 2.1.2. La construcción social de la tecnología

Aun cuando la idea de la tecnología como resultado de la formación social, más que de un desarrollo tecnológico autónomo, data de los 1930, su formulación actual es más reciente<sup>7</sup>. En los modelos de formación social<sup>8</sup>, 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 años 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 a cómo tratar de manera 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

---

<sup>7</sup> 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 (ver Bijker *et al* 1987).

<sup>8</sup> 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).

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 que es común que se presente 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 -como es la agrobiotecnología- 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 -en este tipo de países- 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 tradicionalmente ha sido abordada de dos maneras: estudiando 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 ha habido 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 influenciadas 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 influenciado por intereses corporativos y por intereses 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).

### **2.1.3. El estudio de la relación ciencia, tecnología y sociedad en países de menos desarrollo**

De acuerdo a Shrum y Shenhav, por lo que toca a países de menos desarrollo, "la literatura en ciencia y tecnología es abundante e interdisciplinaria pero no predominantemente académica en carácter" (1995:627)<sup>9</sup>. Para estos autores sin embargo, 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).

Se han realizado muchos estudios en relación con el cambio tecnológico que 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 de los estudios se han enfocado a las nuevas tecnologías. Shrum y Shenhav afirman que en países de menos desarrollo, 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 -tanto individuos como organizaciones- y conceptualizar tanto la presencia como ausencia de relaciones

---

<sup>9</sup> 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 fue revisado por destacados académicos que se han dedicado a estudiar la relación ciencia-tecnología-sociedad en países de menos desarrollo.

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, 1996:643-648).

Esta última afirmación de Shrum y Shenhav resulta importante para el caso de la papa resistente a virus abordado en esta tesis, así como para una de las propuestas que permea esta investigación, acerca del importante papel que podrían jugar las ciencias sociales en acercar a los investigadores y a los usuarios de los proyectos de investigación científica y tecnológica que se realizan en los países de menos desarrollo con fondos públicos. Es un hecho que la investigación científica y tecnológica en los países de menos desarrollo, especialmente 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 que su producción sea vista por la sociedad como transparente y participativa (1999:C81).

#### **2.1.4. La relación biotecnología y sociedad en México**

En el caso de la biotecnología, Casas y Chauvet hicieron una recapitulación de los enfoques aplicados al estudio de sus impactos en 1994, y señalaron la necesidad de continuar con estudios de caso que permitieran un acercamiento a la verdadera dimensión de los impactos. En su balance 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, en analizar los efectos de biotecnologías ya aplicadas y de hacer un seguimiento de sus repercusiones en el tiempo. Para Casas y Chauvet 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 aplicaciones de las biotecnologías. Es decir, a diferencia de la forma en que han sido evaluados los impactos de las tecnologías generadas por la revolución verde, para la biotecnología los estudios deben realizarse *ex-ante*, para identificar, sobre todo en los países en desarrollo, los riesgos que se generarán con la introducción de las biotecnologías" (Casas y Chauvet, 1994:32).

Con esta propuesta, Casas y Chauvet 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 Biotecnología<sup>10</sup>, -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 nivel local, en donde se identifican los diferentes actores que participan en el proceso, así como los factores 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<sup>11</sup>.

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).

Casas, por su parte, también a través 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).

### 2.1.5. Evaluación del 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 cuyos 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

<sup>10</sup> Integrado por Rosa Elvia Barajas, Yolanda Castañeda, Michelle Chauvet y Yolanda Massieu.

<sup>11</sup> Algunas investigaciones del grupo de investigación 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).

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 y decisiones 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 materia de bioseguridad, 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 los posibles efectos de los OGM, conducido por personas con un íntimo 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 *et al* hacen un recuento de metodologías para el análisis del impacto socioeconómico de la biotecnología agrícola que han sido utilizadas en México y afirman que el aprendizaje generado en estudios tipo Technology Assessment<sup>12</sup> (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, el TA como artífice de la participación de los grupos afectados (positiva o negativamente) en el control de la innovación (Chauvet *et al*, 1998c:108).

---

<sup>12</sup> 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.

A lo largo de esta investigación se parte de que los efectos de un OGM dependen, en principio, de la inserción genética utilizada, del organismo receptor, de las condiciones ambientales productivas y culturales donde se pretende introducir el OGM y considerar además 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 requieren no sólo de mayores recursos con un perfil diferente, también requieren 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 de la agrobiotecnología para los países de menos desarrollo es la complejidad institucional que requiere su adecuado manejo: los países de menos desarrollo deben allegarse los recursos y establecer quién va a pagar por ellos (Álvarez, 2000; Pinstrop-Andersen, 1999; Cohen *et al*, 1999).

## 2.2. Los ensambles sociotécnicos y su dinámica

Los análisis emprendidos 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 foucaultianos<sup>13</sup> (Bijker, 1995:254). Es decir, que el péndulo no regresaba al mismo lugar.

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 sociotécnicos, pero en ellos, aunque se rechaza una visión determinista de una tecnología autónoma, 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 nivel micro tiende a apoyar el carácter

---

<sup>13</sup> 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.

contingente y no determinista de la tecnología. Los estudios a nivel macro tienden 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<sup>14</sup> una red que interconecta estrechamente a la sociedad y a la tecnología y de la cual emergen ensamblajes sociotécnicos de elementos muy heterogéneos tanto técnicos, como sociales, políticos y económicos (Bijker, 1995:249).

De ahí que en esta investigación se haya tomado como una consideración importante esta 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 posteriormente. Para la investigación empírica, se aplicaron enfoques de análisis de redes sociales en los casos en que esto fue posible<sup>15</sup>. 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<sup>16</sup>, mismas que fueron de utilidad para entender y explicar los fenómenos sociales estudiados.

A continuación se revisan algunos enfoques de ensamblajes sociotécnicos que aportaron elementos para la conceptualización relacional del desarrollo y uso de agrobiotecnologías (puntos 2.2.1. a 2.2.4.) y para ampliar la base de participación social en dicho proceso (punto 2.2.5.); asimismo, en el punto 2.2.6. se revisa 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). En el punto 2.2.7. se presenta el enfoque utilizado en la investigación.

### **2.2.1. 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 este enfoque se trata a

---

<sup>14</sup> En inglés *seamless web*. La traducción del término al español se tomó de Ciencia en Acción (Latour, 1992:247).

<sup>15</sup> Es decir, cuando los elementos de la red podían ser cuantificados.

<sup>16</sup> Uno de los aspectos centrales en el análisis de redes sociales.

la tecnología en términos de la metáfora de sistemas. En la metáfora 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, que son socialmente construidos y formados por la sociedad. Los componentes 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 también forman parte de sistemas tecnológicos, así como los recursos naturales. Un artefacto -ya sea físico o no físico- que funcione como un componente en un sistema interactúa con otros artefactos y juntos contribuyen -directamente o a través de otros artefactos- al objetivo común del sistema (1987:51-82). 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)<sup>17</sup>.

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

---

<sup>17</sup> 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.

tecnológico. Por otro lado, 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 nitidamente 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 nivel de análisis y abstracción a un nivel 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<sup>18</sup>. 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.

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<sup>19</sup>. El *momentum* tecnológico de Hughes claramente implica una masa de componentes técnicos y organizacionales y 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

---

<sup>18</sup> 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.

<sup>19</sup> *Momentum* = masa x velocidad. El *momentum* es un vector de cantidad, su dirección es la misma que la dirección de la velocidad del objeto

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.

### 2.2.2. El actor-red<sup>20</sup>

El enfoque del actor-red (actor network-theory) describe una sociedad de actores humanos y no humanos enlazados juntos 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 de tiempo; 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

---

<sup>20</sup> En inglés "actor-network theory" e identificada con las siglas ANT. Cabe señalar que la traducción al español fue tomada de Ciencia en Acción de Bruno Latour.

autores como Callon, Latour, y Law<sup>21</sup>. 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<sup>22</sup>.

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 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 inscripciones<sup>23</sup> 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<sup>24</sup>.

Para Callon el significado y fortaleza de una proposición -es decir, la posibilidad que tiene de ser aceptada o discutida- dependen de la cadena de translación en la cual esta se localice y las referencias que cree. La creación y desarrollo de redes depende, pues, de un conjunto de condiciones que facilitan u obstaculizan el despliegue de translaciones. Algunas veces las translaciones -y los dispositivos en las cuales están inscritas- pueden disparar alguna oposición que no se pueda superar.

---

<sup>21</sup> Law, 1999.

<sup>22</sup> Stalder, 1997.

<sup>23</sup> Para una definición de inscripción ver Callon, 1997:175-204.

<sup>24</sup> 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 botes 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 bote de vapor sea seguro. Ya nadie está al tanto de los debates de antaño y la seguridad de los botes 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 el caso de la agrobiotecnología 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.



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 (Callon, 1995:56). 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, 1995:57). 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 Callon 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, etc. El estudio de su organización y sus diferentes formas de coordinación -mercado, jerarquía, confianza, cuestiones técnicas, etc.-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. Para Callon las redes de translación establecen un continuo entre estos dos extremos<sup>25</sup> (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 post-modernidad. Así, al integrar los dominios separados de naturaleza, lenguaje y sociedad, el actor-red se basa en un fundamento

---

<sup>25</sup> El concepto de translación es central en el enfoque del actor red. Se utiliza para analizar como 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).

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 (Callon, 1995:59):

Una red se vuelve irreversible en la medida que sus translaciones se consolidan y hacen las traslaciones 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 actantes<sup>26</sup> involucrados.

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 de translación son incorporadas en oraciones, dispositivos técnicos, sustancias o habilidades. Para Latour, es en este proceso de sellado de la caja negra en 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 nivel 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 a través de 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 sociotécnicos (cuyos planteamientos se revisaron en 2.2.1.). 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

---

<sup>26</sup> 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).

las diferentes entidades, históricamente contingentes, son enlazadas juntas 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, etc.) 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 sistema 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 (cuyos planteamientos serán revisados en el punto 2.2.4), 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).

### **2.2.3. Redes tecnoeconómicas**

En planteamientos posteriores, Callon introdujo el concepto de redes tecnoeconómicas. Estas redes 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. Para este autor las redes tecnoeconómicas 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 en 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 través 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 tecnoeconómicas<sup>27</sup> 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 and 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 con relación al estado de asuntos preexistente o al curso de eventos- está compuesta de relaciones sociales y puede solamente llegar a ser efectiva a través de 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 posible dar cuenta del estado de la red basándose 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 translaciones.

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 a 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 esta 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 translaciones fluctúan sin tener éxito en estabilizar a la red.

---

<sup>27</sup> Callon, 1992 72-102.

Según Callon, 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 matemáticas..." (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.

#### **2.2.4. 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...<sup>28</sup>, posteriormente, Elzen fue invitado a presentar su interesante enfoque en una de las sesiones plenarios de las Terceras Jornadas Latinoamericanas de los ESOCITE<sup>29</sup>.

En su enfoque 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 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<sup>30</sup>.
- analizar los factores de manera dinámica<sup>31</sup>.
- 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<sup>32</sup>.
- identificar factores estructurales que den cuenta de un cierto grado de continuidad en el proceso de cambio sociotécnico<sup>33</sup>.
- dar cuenta de los distintos significados que diferentes actores atribuyen a la tecnología en cuestión<sup>34</sup>.

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, incluidos los señalados en los apartados 2.2.1 al 2.2.3. y propusieron el de redes sociotécnicas. Cuando Elzen *et al* utilizan la noción de red, la definen con respecto a la tecnología o grupo de tecnologías de interés. En su enfoque, los nodos

---

<sup>28</sup> Elzen *et al*, 1996:95-96.

<sup>29</sup> 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.

<sup>30</sup> Los enfoques de construcción social de la tecnología (Pinch *et al*, 1987:17-50), así como el de análisis de redes sociales (Wasserman and Galaskiewics, 1994:xi-xvii) toman en cuenta este requerimiento.

<sup>31</sup> Aunque se reconocen las limitaciones del análisis de redes sociales (ARS) para tratar con el cambio, recientemente ha habido contribuciones substantivas al respecto, para una revisión ver Suttor *et al*, 1996:1-7. Pero los enfoques de construcción social tampoco ofrecen herramientas para hacerlo.

<sup>32</sup> Tanto el enfoque del actor-red como el de redes tecnoeconómicas reconocen esta posibilidad.

<sup>33</sup> El enfoque de sistemas sociotécnicos permite dar cuenta de los factores estructurales que hacen posible la continuidad.

<sup>34</sup> Los enfoques de construcción social ofrecen conceptos al respecto.

en la red son considerados actores humanos, ya sea individuos o grupos. Este contraste con el actor-red y las redes tecnoeconómicas, en 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<sup>35</sup>. 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 se presentan 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 -un actor es aquel que es visto como tal por otros actores en la red bajo estudio y, quien opera como actor en las interacciones a las que se está enfocando el análisis, es decir, define problemas en una determinada manera, tiene voz, realiza actividades importantes para el desarrollo y uso de una tecnología, etc.

Los enlaces entre los nodos denotan las interacciones entre los actores, interacciones en las cuales la tecnología juega 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.

---

<sup>35</sup> Se planteó en el punto 2.1.2.

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 través 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, etc...)". 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 Elzen *et al* plantean bellamente el corazón del desarrollo de una tecnología (y que en este trabajo también se aplica a su uso<sup>36</sup>): los actores son procesadores de intermediarios, los actores recombinan los intermediarios que reciben y los envían fuera de su ámbito. Esta característica de los actores constituye la base para analizar la dinámica de la red: para Elzen *et al* 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 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 relevantes por otro. La manera en que Elzen *et al* analizan lo anterior es que identifican la versión específica de la tecnología en cuestión que tiene cada actor en la red, una versión que refleje las características relevantes de la tecnología para cada actor en especial. De ahí que el enfoque 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).

---

<sup>36</sup> 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.



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 cambia continuamente, pero en un mayor nivel de abstracción, pueden discernirse patrones que permanezcan inalterados sobre largos periodos de tiempo. Según Elzen *et al* esto abre la posibilidad de reconocer redes con un cierto grado de estabilidad, en donde pueden distinguirse patrones de interacciones; los patrones estabilizados de interacción juegan un papel diferente de los no estabilizados. En general los actores proceden en una manera tal que tienden a perpetuar patrones existentes de interacción. Para estos 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. Aún 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 que 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 auto-restricción para los actores<sup>37</sup>.
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 desean. 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<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> Los conceptos que subyacen en estos mecanismos son muy 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 ha habido 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.

<sup>38</sup> 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 a 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, Elzen *et al* implican que las interacciones dentro de la red son más durables que las interacciones entre la red y su ambiente (el ambiente puede ser visto como una variedad de otras redes). Elzen *et al* establecen que 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 Elzen *et al* 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 siguiente 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 juegan papeles prominentes, estos actores 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 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<sup>39</sup>. 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 sus conceptos para caracterizar la resiliencia y el papel que en esta juega la tecnología.

En relación con la distinción entre actores, la utilización de algunos conceptos desarrollados en 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 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

---

<sup>39</sup> Actores cuyo apoyo para la red es esencial pero que no puede ser garantizado (Elzen *et al*, 1996:128).

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<sup>40</sup>. Por otro lado, especialmente en situaciones de estabilidad y periodos definidos en el tiempo, algunos conceptos y herramientas de ARS pueden ser de mucha utilidad, como una heurística para identificar a los actores con poder<sup>41</sup> y grupos con influencia; asimismo, como señala White, sus posibilidades de representación gráfica pueden ayudar a despertar "la imaginación sociológica" (2001).

### 2.2.5. La 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 relativos a:

- 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 través de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el contexto actual en el país.
- ¿pero podrían ser de utilidad para el tercer objetivo relativo a: 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?.

De lo revisado hasta el momento es claro que esta 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

---

<sup>40</sup> Por ejemplo, la irreversibilidad (Callon, 1992:89).

<sup>41</sup> (Callon, 1992:95-96).

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 se vuelva más democrático<sup>42</sup>. De ahí la necesidad de explorar la forma que puede tomar la intervención y el control en enfoques cuya unidad de análisis son los ensambles sociotécnicos. Estos evidencian el tejido sin costuras de la sociedad y la tecnología y su carácter socialmente construido y muestran que existen múltiples posibilidades de influenciar el desarrollo de una tecnología en todas sus etapas, pero no necesariamente hacia objetivos de beneficio social más amplio.

En el marco de los ECyT se ha demostrado que el proceso de cambio sociotécnico 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 del cambio sociotécnico 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 tecnología trata con interrogantes filosóficas acerca de la naturaleza de la tecnología, de sus impactos en el humano, en la sociedad, en la cultura y en el ambiente. Recientemente, autores como Feenberg han introducido algunos aspectos del formado social de la tecnología en la filosofía de la tecnología tratando de responder a estas interrogantes (Feenberg, 1999:3-4; Feenberg, 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 organizaciones activistas y grupos de consumidores. Este tipo de ensambles sociotécnicos hace posible abrir la caja negra de la promoción y el control de

---

<sup>42</sup> Se refiere a ampliar la base de participación en las actividades importantes para desarrollar y utilizar una tecnología.

una tecnología, mostrándolas como actividades que no son privilegio de gerentes, funcionarios o ingenieros, sino actividades 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 a analizar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola; identificar a los actores con capacidad de influir en el acceso a través de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el contexto actual en el país, así como los impactos esperados de ambos aspectos en el acceso y construir los escenarios para este propósito.

Pero como ya se señaló, la inducción de cambios dentro de redes existentes puede funcionar si se requieren cambios 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).

En opinión de quien realizó esta investigación, la ampliación de la base de participación social en agrobiotecnología ya se está dando, y los cambios que están siendo 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- a la necesidad de buscar tanto nuevas formas de participación para los diferentes actores que pueden 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, 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 grado de 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.

### **2.2.6. El análisis de redes sociales**

El análisis de redes sociales (ARS) designa una orientación en la investigación social que se ha desarrollado desde mediados de los años sesenta<sup>43</sup> y estudia las relaciones específicas entre una

---

<sup>43</sup> Freeman, L. Reporta que el primer trabajo sobre redes fue realizado por Almack J. Profesor de la Universidad de Stanford, destaca, también, en la década de los años treinta Moreno, J, con su libro pionero en sociometría. La escuela manchesteriana acuña el término redes sociales en sus estudios de antropología urbana en el África, particularmente, Mitchell, C. Las aportaciones más significativas en la formulación matemática de la teoría de gráficas (grafos) y sus aplicaciones son las de Harary, F. (Gil y Schmidt, 1999:191).

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 sociales entre estos actores (Wasserman and Galaskiewics, 1994:xii). El principal rasgo 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 estas interacciones constituyen un marco o estructura que puede ser estudiada y analizada por su propio derecho. Según Wasserman y Galaskiewics estos son los principios que distinguen al ARS de otros enfoques de investigación (1994:xii).

Wasserman y Faust, 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 (1994:7):

- 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, etc.) 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 y 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 través del análisis de redes sociales (Wasserman y Faust, 1994:17).

En este sentido 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, el análisis de redes sociales permite medir estructuras<sup>44</sup> 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<sup>45</sup>. Muchas clases de análisis de redes se relacionan con entender el enlace entre pares y establecen a la diada<sup>46</sup> 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. Estas redes fueron de gran utilidad en el análisis de los aspectos regulatorios de propiedad intelectual y bioseguridad y para su visualización como principios políticos y como

---

<sup>44</sup> 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).

<sup>45</sup> Conviene destacar que el enlace es inherentemente una propiedad del par y no se piensa que pertenezca simplemente a un actor individual.

<sup>46</sup> Para mayor aclaración, consultar el anexo A.



principios 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 2- que representan la afiliación de un conjunto de actores con un conjunto de eventos sociales. Estas redes 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 alternativa 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 tecnológico de una tecnología compleja, como es la agrobiotecnología, como un sistema social resultado de la interacción de diferentes actividades -de I&D, de producción de la tecnología, de adopción de la misma y de promoción y regulación gubernamental y no gubernamental- realizadas por distintos actores. Tanto las actividades de I&D como las de promoción y regulación están presentes a lo largo de todo el proceso con diferente

intensidad, pero son estas últimas las que están estrechamente ligadas a la posibilidad de formular políticas que influyan en la dirección de una tecnología (González y Zermeño, 1988) -este modelo se describe y representa gráficamente en el punto 2.3.3.1. y en la Figura 2.3.

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<sup>47</sup>. 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 a esta perspectiva es Feld<sup>48</sup>, 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 influencia patrones en la estructura de las redes<sup>49</sup>.

### 2.2.7. El enfoque utilizado en 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 tecnológica como una característica inherente de la agrobiotecnología, de donde se deriva la necesidad de ver a los actores como unidades interdependientes; los actores realizan intercambios de muy diferente tipo: conocimiento, dinero, prototipos en diferentes etapas, regulaciones, patentes, productos terminados, etc y ven a la red como algo que provee oportunidades y restricciones para la acción individual. De igual suerte 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. Cabe señalar que para los

---

<sup>47</sup> De ahí la importancia de que los actores involucrados tengan acceso a la tecnología.

<sup>48</sup> Citado por Wasserman y Faust 1994:297.

<sup>49</sup> Feld menciona los siguientes patrones: transitividad, balance o formación de clusters (Wasserman y Faust, 1994:297).

propósitos de la tesis, la red se delimitó utilizando un enfoque nominalista -ver anexo A-. 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.

Es importante destacar que 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 diferentes intermediarios intercambiados a lo largo del desarrollo o uso de la tecnología-. Dichas variables fueron operacionalizadas considerando los recursos -humanos, técnicos y económicos y de organización- con que contaba el actor para procesar la tecnología mencionada.

Como se señaló, el acceso fue conceptualizado como el mecanismo articulador y la esencia del desarrollo y uso de la tecnología (ver Introducción páginas 4 y 5). Al establecerse que el acceso dependía tanto de las capacidades de procesamiento del actor, como de la disponibilidad de la tecnología en cuestión, era 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<sup>50</sup>).

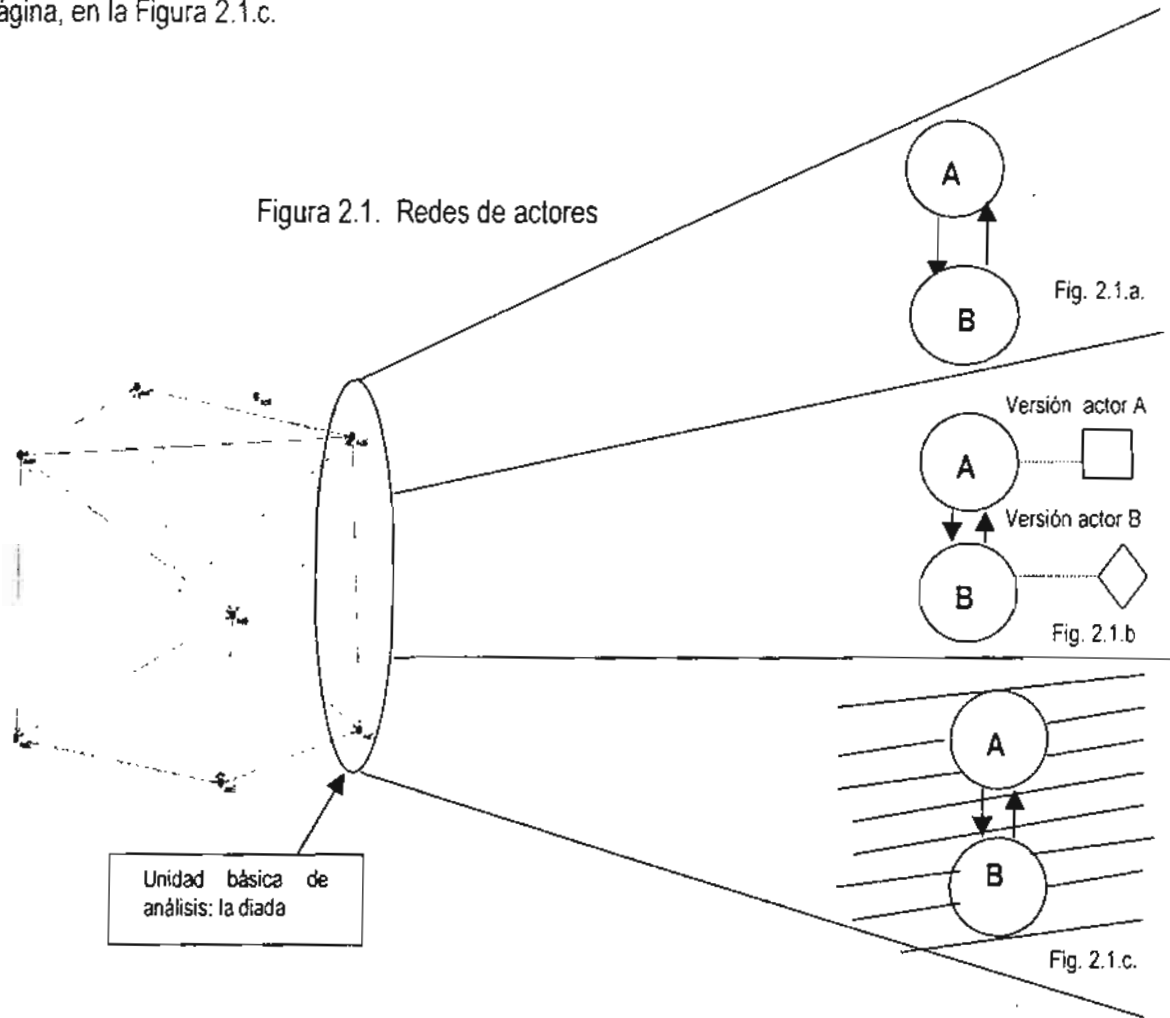
Como se puede ver en la Figura 2.1.a. el actor A envía la tecnología al actor B -lo que se registra como un intercambio de intermediarios-. Para que exista el acceso, el actor B debe tener capacidad para procesar la tecnología que A le envió. El acceso se registró en la matriz correspondiente<sup>51</sup> como que existía (1) o no existía (0): Es importante destacar que en esta investigación los enlaces no fueron relaciones ponderadas. 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. (ver Figura 2.1.b).

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

<sup>50</sup> Matriz con igual número de actores en las filas y en las columnas.

<sup>51</sup> En una red social, el conjunto de datos sobre los actores y sus intercambios se representa como una matriz.

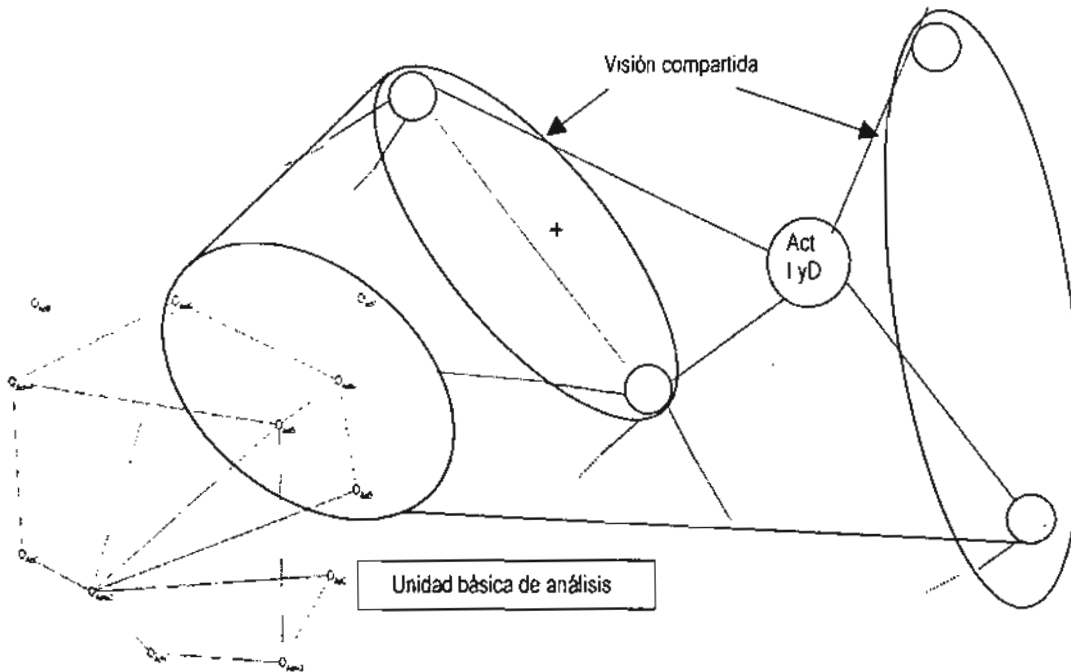
(induciéndolos a romper o reforzar el enlace, a buscar nuevos enlaces con otros actores o a modificar sus capacidades de procesamiento de la tecnología, como se aprecia, en la siguiente página, en la Figura 2.1.c.



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<sup>52</sup>: 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 determinadas direcciones como se representa en la Figura 2.2 que aparece en la siguiente página. Lo anterior pudo además ser complementado con el análisis del ambiente estructural de la red.

<sup>52</sup> 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 2.2. Redes de afiliación



En síntesis, el ARS fue una herramienta de gran utilidad para analizar el acceso que pueden tener los diferentes actores a lo largo del 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 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, que enlaces deben existir y cuales no. Y 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 dicho proceso, los actores que participan -y sus interacciones- van a sufrir cambios inherentes al proceso en sí mismo, pero también por factores externos; además, cabe señalar que 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 de tiempo.

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 nivel 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 de 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 influenciar la dirección de una tecnología guardan además una estrecha relación con el tipo de actividad que realizan. Como se verá con más detalle en el punto 2.3.3., 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 a las posiciones estructurales de los actores involucrados (para mayor detalle al respecto consultar el anexo metodológico A).

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 influenciarse unos a otros<sup>53</sup> 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 tecnología<sup>54</sup> y el reconocimiento de que el proceso de cambio tecnológico 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.

---

<sup>53</sup> Ver Mizruchi, 1994.

<sup>54</sup> El concepto de tecnología ha sido usado muy ampliamente pero rara vez ha sido 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 productiva. 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 que se pretende realizar en esta investigación se refiere a qué tantos elementos no materiales incluye. Según una revisión reciente realizada por 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 estos, más el conocimiento y el pensamiento tecnológico que está detrás de estos. 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 tecnológico y la política tecnológica (1998:23). Es este concepto amplio de tecnología el que es de interés para el propósito de esta investigación.

### 2.3. La dinámica de la agrobiotecnología

En la segunda mitad de los años noventa, los debates surgidos en el primer lustro, relativos a si la agrobiotecnología representaba una evolución o una revolución para la agricultura empezaron a ser opacados por nuevos debates. Comenzó a ser evidente que la agrobiotecnología estaba impulsando 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 estaba incrementando la coordinación de las actividades importantes para desarrollar y utilizar innovaciones agrícolas, colocando 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 innovaciones 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; Chauvet: 1999). De igual suerte, conforme las innovaciones agrobiotecnológicas entraban al mercado, empezaron a perfilarse una serie de cuestionamientos y temores respecto a los efectos que esta tecnología podría tener en la salud de la población, la alimentación, el ambiente, la práctica agrícola, la economía y la sociedad entre otros (Stirling, 1999).

Aún 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 esta 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.

Los procedimientos de bioseguridad -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"<sup>55</sup> 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 actores más importantes en estos procesos 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 de origen transgénico y han obtenido incrementos en volumen y valor en la demanda de productos orgánicos.

---

<sup>55</sup> 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, etc. Las características del objeto técnico son resultado de una serie de negociaciones y en ocasiones verdaderas luchas sociales, económicas, políticas, etc. 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.



- 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, incidiendo directamente sobre el mercado que, como ya se señaló es uno de los mecanismos de coordinación más importantes del proceso de desarrollo y uso de cualquier tecnología. Como en el caso de la agrobiotecnología el mercado está en formación, la percepción pública negativa ha tenido una gran influencia en los principales usuarios de la agrobiotecnología: empresas alimentarias, supermercados, productores y, en consecuencia, en las estrategias de los grandes complejos agrobiotecnológicos. De ahí que la percepción del público hacia la agrobiotecnología 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-, estos grupos 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 la imagen de héroes modernos de estos grupos, una especie de cruzados (con medios limitados) luchando contra las grandes empresas, 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 buscando no sólo 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, como ya se señaló, han dado como resultado retrocesos y replanteamientos en las estrategias de los complejos agrobiotecnológicos. Lo anterior, si bien amenaza la estabilización de la biotecnología aplicada a la agricultura, ha producido por otra parte resultados constructivos y de gran interés para la investigación social, ya que ha frenado la adopción ampliada de las innovaciones agrobiotecnológicas de primera generación, cuestionando no sólo su utilidad para los diferentes actores del proceso de desarrollo y uso (especialmente los consumidores); si no también

encendiendo 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, entre otros<sup>56</sup>.

Los efectos netos de estos cuestionamientos en la dinámica de la agrobiotecnología a nivel 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 (bioseguridad); 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 como es la agrobiotecnología, introduciendo criterios que benefician 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<sup>57</sup>. Lo anterior, aunado a la sitio-especificidad de los efectos de las agrobiotecnologías, fue elemento clave para delinear la interrogante que está presente a lo largo de esta investigación:

- ¿Habrá en México actores con capacidad de movilización<sup>58</sup> -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 una tecnología como la agrobiotecnología, para que a lo largo de su desarrollo y utilización en el país tengan acceso a ella los actores que estén interesados y sus beneficios para sectores más amplios, excedan sus 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

---

<sup>56</sup> 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.

<sup>57</sup> 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).

<sup>58</sup> Capacidad de movilización es la capacidad de determinados actores de articularse con otros y alcanzar un alto grado de centralidad.

interesados en la agrobiotecnología, 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 utilizar la tecnología, 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, etc.

La investigación siguió abordando los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a una tecnología por parte de los actores que participan en su desarrollo y uso y siguió teniendo como ejes a la propiedad intelectual y a la bioseguridad.

### 2.3.1. Algunas cuestiones epistemológicas

El proceso de desarrollo y uso de una tecnología compleja -basada en avances científico-tecnológicos como la agrobiotecnología- es heterogéneo e involucra la interacción de aspectos técnicos, económicos, políticos, sociales, jurídicos y ambientales; su problematización rebasa claramente ámbitos disciplinarios e involucra distintos niveles 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 el caso de la agrobiotecnología, las características de complejidad, apropiabilidad y riesgo han influido en la manera en que se ha desarrollado; 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"<sup>59</sup>. 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

---

<sup>59</sup> Comentario del Dr. R. Dagnino en las Terceras Jornadas Latinoamericanas ESOCITE 1998, Querétaro, Qro.

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 realizan actores. Los actores<sup>60</sup> constituyen los nodos de la red y en su interacción intercambian diferentes intermediarios<sup>61</sup> 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 profundizar acerca de quiénes toman las decisiones sobre esta tecnología 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 ya señaladas de la agrobiotecnología (de complejidad, apropiabilidad y riesgo), en un país como México, eleva el problema del acceso a la tecnología a un primer plano.

De ahí que, no obstante que el acceso a la agrobiotecnología 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.

Como ya se señaló, el acceso a la tecnología 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 una tecnología se desarrolle y utilice en forma ampliada debe estar disponible para el actor que la va a procesar (distribución) pero este, a su vez, debe tener capacidad para procesar la tecnología en cuestión (capacidad de utilización), 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<sup>62</sup>, ya 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

---

<sup>60</sup> 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 nivel individual o como grupo (1996:102).

<sup>61</sup> 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, etc. (Elzen *et al*, 1996:103).

<sup>62</sup> Marzo de 1997.

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 (uno de los casos abordado en esta investigación), 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 utilizar la tecnología en cuestión (González y Chauvet 1997:79-90).

Asimismo, para esa reconceptualización 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 nivel gubernamental en México han puesto más énfasis en cuestiones relacionadas con facilitar la disponibilidad de las biotecnologías (como son las regulaciones en materia de propiedad intelectual y bioseguridad), y mucho menos esfuerzo en el segundo componente del acceso: la capacidad del actor para procesar la tecnología.

En un país de menos desarrollo esa capacidad de los actores para procesar la tecnología, 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<sup>63</sup>; así como de estudiar la influencia que, en esta capacidad de procesamiento del actor, podrían tener las percepciones de los actores y prácticas institucionales en torno al uso seguro de la biotecnología, la protección del conocimiento y la promoción y el control de la tecnología.

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.

---

<sup>63</sup> 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 infraestructura científica y técnica y la existencia de un marco de política capaz de establecer una estrategia en biotecnología..." (Casas y Chauvet, 1994).

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, influenciando la manera en que los humanos (individuos o grupos) interactúan con la tecnología y con ellos mismos<sup>64</sup>. Pero ello no implica dejar de reconocer que la tecnología puede "actuar por ella misma". Así, especialmente en la interacción de esta tecnología con el ambiente pueden surgir efectos que pueden calificarse como inesperados. En este tipo de efectos 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"<sup>65</sup>; 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 del proceso<sup>66</sup>. Esto ha sido muy evidente al analizar los conceptos de apropiabilidad y riesgo, los cuales han sido trabajados por distintos autores y han recibido interpretaciones muy diferentes. En los capítulos 3 y 4 de esta Primera Parte se resalta el carácter dual de ambos conceptos: como principio político y como principio de reestructuración. Especialmente este último principio, reconfirmó la propuesta de redes.

### 2.3.2. La biotecnología agrícola

El proceso de formación del doctorado en ciencias sociales de UAM-X, 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 nivel de abstracción, se presentan enseguida 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 vivos<sup>67</sup> o componentes de ellos<sup>68</sup> y también es común hacer referencia a que

<sup>64</sup> Eizen *et al*, 1996:102.

<sup>65</sup> Se trata de una cita al trabajo de K. Marx "Theses on Feuerbach" (Mackenzie, 1984:502).

<sup>66</sup> 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-X, 20-21 de julio de 2000.

<sup>67</sup> Como los microorganismos utilizados para la elaboración de bebidas fermentadas.

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.

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 enzimas<sup>69</sup> 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, etc. De hecho, el país contaba en los setenta con una industria avanzada y balanceada en sus diferentes aplicaciones en el ámbito latinoamericano<sup>70</sup>.

En este contexto de aplicaciones industriales -la mayor parte de ellas de uso contenido<sup>71</sup>- 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 nivel internacional los mismos científicos tuvieran la iniciativa, en 1974<sup>72</sup>, 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<sup>73</sup>.

Conforme se fue avanzando en el conocimiento de las nuevas herramientas y sus posibilidades y los diferentes actores se fueron 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 los Estados Unidos. Así, en menos de una década, la manipulación de seres vivos utilizando técnicas de ADN<sup>74</sup> a nivel laboratorio e industrial había pasado a ser un aspecto manejable por científicos, gobiernos y empresas y que no provocaba temores mayores en otros sectores de la sociedad. Pero no por

<sup>68</sup> Como las enzimas que hacen posible la elaboración de quesos.

<sup>69</sup> 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).

<sup>70</sup> 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, etc. (Quintero, 1994:3-6).

<sup>71</sup> Es decir, productos y procesos en donde la materia viva se confina en reactores y no se libera al ambiente.

<sup>72</sup> El evento en el que surge esta propuesta es conocido como la Conferencia de Asilomar.

<sup>73</sup> En 1976 los National Institutes of Health (NIH) de Estados Unidos establecieron un conjunto de guías para la investigación con ADN.

<sup>74</sup> El ADN 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 (Bolívar, 2001,334).

mucho tiempo, ya que los avances en la manipulación de los seres vivos pronto incluyeron a las plantas<sup>75</sup> 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<sup>76</sup>. 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 con más detalle en los capítulos 3 (nivel internacional) y 4 (nivel nacional).

### 2.3.2.1. La 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 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<sup>77</sup>, de tal suerte que desde hace algunos años fue necesario pasar a otro nivel de clasificación que guarda relación con los sectores donde se aplica. Así, se habla de biotecnología alimentaria, biotecnología ambiental, biotecnología farmacéutica, biotecnología agrícola. Cabe aclarar, sin embargo, que 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<sup>78</sup>. Sin embargo, los términos agrobiotecnología y biotecnología agrícola son más utilizados entre científicos sociales que estudian sus impactos<sup>79</sup>.

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

<sup>75</sup> En 1983, utilizando las nuevas metodologías de ADNr, se demostró que era posible insertar información genética en una célula vegetal y hacer que se expresara.

<sup>76</sup> 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, etc. (Comunicación personal del Dr. Winston Brito, científico que realizó la primera prueba para liberar en campo -a nivel experimental- una planta transgénica).

<sup>77</sup> Conforme el avance científico y técnico ha extendido la manipulación a diferentes tipos de seres vivos.

<sup>78</sup> La biotecnología vegetal abarca al tipo de técnicas de cultivo *in vitro* y los procesos biológicos para mejorar las propiedades de las plantas (Casa, 1993:45). Se trata de una definición que abarca a un área de investigación donde es necesario especificar las aplicaciones y usos.

<sup>79</sup> Es importante aclarar que atendiendo a las definiciones de ambos términos (notas 3 y 8 de pie de página del capítulo 1), no se trata de sinónimos, más bien la biotecnología agrícola constituye un subconjunto de la agrobiotecnología.



de metodologías de desarrollo reciente que permiten manipular el material genético –extraerlo de la célula o introducirlo, cortarlo, pegarlo, leerlo, sintetizarlo o amplificarlo<sup>80</sup>- para obtener OGM, en especial plantas modificadas. Por supuesto, la biotecnología agrícola también involucra otro tipo de metodologías y técnicas donde no se manipula 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 de 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 15 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 2.1. se presenta una clasificación amplia de Stirling sobre esos posibles efectos.

Tabla 2.1. Los Posibles Efectos de los Organismos Genéticamente Modificados

Aspecto	Clase de efecto	Ejemplo
Ambiente	Biodiversidad	<i>Interfase con ecosistemas, otros riesgos ambientales</i>
	Uso de químicos	<i>Utilización de herbicidas de contacto vs herbicidas con efectos residuales y disminución de insecticidas que contaminan agua y aire</i>
	Contaminación genética	<i>Flujo génico a otros cultivos y flora nativa</i>
	Efectos en la vida silvestre	<i>Impactos 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</i>
	Efectos inesperados	<i>No previstos bajo este tipo de esquema</i>
Salud	Alergenicidad	<i>Alimentos para consumo humano</i>
	Toxicidad	<i>A la salud humana o animal</i>
	Nutrición	<i>Alimentos con nuevas propiedades</i>
	Efectos inesperados	<i>Interacción entre ingredientes, estabilidad de la inserción genética</i>
Agrícola	Control de plagas	<i>Voluntarios invasivos y parientes silvestres</i>
	Estabilidad en el suministro de alimentos	<i>Sustentabilidad, tendencia al monocultivo y seguridad alimentaria</i>
	Práctica agrícola	<i>Derechos de los agricultores, capacitación recursos requeridos, sustitución de prácticas tradicionales</i>
Económico (Pros y contras)	P/el consumidor	<i>Precios a nivel detalle</i>
	P/el productor	<i>Rendimiento, valor agregado, costos de insumos y de producción. Nuevos productos</i>
	P/el procesador	<i>Utilidad, aceptación de los productos</i>
	Socio-económicos	<i>Sustitución de productos de países de menos desarrollo, acceso a la tecnología para pequeños productores</i>
Social	Individuos	<i>Elección de los consumidores, transparencia, accesibilidad, participación</i>
	Instituciones	<i>Concentración de poder, confianza institucional, complejidad regulatoria</i>
	Necesidades sociales	<i>Oportunidades, costos de oportunidad mal uso de la ciencia, empleo, calidad de vida</i>
Ético	Principios fundamentales	<i>Cuidado a la naturaleza, a los animales</i>
	Generación de conocimiento	<i>Privatización, variedad, arrogancia de los científicos, multidisciplinariedad</i>

Fuente: Con base en Stirling, 1999:10

<sup>80</sup> Tomado de (López-Munguía, 2000: 15).

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<sup>81</sup>, han provocado más interés en sociedades como la europea.

### 2.3.2.2. Las 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. Dichas características son: 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 (a través de 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;

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

---

<sup>81</sup> 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 a las plantas tales como antibióticos o herbicidas.

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 anterior provoca efectos sociales importantes, tanto a nivel individual como institucional. De particular interés para países 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 2.2. 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 a través de procesos complejos (como los involucrados por las nuevas técnicas de la biotecnología), pero que no son percibidos como riesgosos; esto es, productos que no utilicen construcciones genéticas percibidas como problemáticas<sup>82</sup>. Las plantas así obtenidas podrían, a su vez, ser utilizadas en procesos simples de retrocruza o propagación clonal, lo que daría lugar a productos simples obtenidos por procesos simples como los englobados en la categoría I.

Las categorías I y III son las que tendrían mayores posibilidades de revitalizar sectores 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 buscaría que estos

---

<sup>82</sup> Se refiere a promotores y marcadores de selección que estén siendo cuestionados.

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, etc- 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.

Tabla 2.2. Categorías de productos de la Biotecnología Agrícola y procesos para su obtención

<p style="text-align: center;"><b>Categoría I</b></p> <p><b>Productos simples a partir de procesos simples</b></p> <p>Plantas obtenidas a partir de plantas modificadas que no presentan riesgos ni requieren controles en materia de apropiabilidad</p>	<p style="text-align: center;"><b>Categoría II</b></p> <p><b>Productos complejos a partir de procesos simples</b></p> <p>Plantas obtenidas a partir de plantas transformadas por las nuevas técnicas pero que son percibidas como riesgosas o con problemas de apropiabilidad</p>
<p style="text-align: center;"><b>Categoría III</b></p> <p><b>Productos simples a partir de procesos complejos</b></p> <p>Plantas modificadas por la Biotecnología moderna pero que no son percibidas como riesgosas ni requieren controles mayores para efectos de apropiabilidad</p>	<p style="text-align: center;"><b>Categoría IV</b></p> <p><b>Productos complejos a partir de procesos complejos</b></p> <p>Plantas modificadas por la Biotecnología moderna que son percibidas como riesgosas o requieren controles mayores para efectos de apropiabilidad</p>

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

El caso de la papa resistente a virus –capítulo 5- hasta hace poco tiempo podía ser clasificado en el cuadrante III -y su utilización ampliada a través de 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–como se verá en el capítulo 5-

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<sup>83</sup>.

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

<sup>83</sup> Se refiere al controvertido sistema de protección tecnológica conocido como 'terminator'.

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 nivel 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 jugar 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 través del público consumidor, tratando de influenciar sus preferencias, otra es a través del 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 nivel internacional, y las maneras en que actúan, ponen de manifiesto no sólo algunos de los diferentes puntos a través de los cuales es posible guiar el cambio tecnológico, si no también que los grandes complejos agrobiotecnológicos tienen "tendones de Aquiles" y que, a través de este tipo de organizaciones, la sociedad puede tener una participación cada vez mayor e interactiva, en guiar el desarrollo de la agrobiotecnología 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, si no 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, si no que permite establecer márgenes correctos de actuación para los diferentes grupos interesados en su control.

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; 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 el desarrollo y utilización de innovaciones agrobiotecnológicas 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.

### **2.3.3. El desarrollo y uso de la agrobiotecnología**

#### **2.3.3.1. Los elementos de la red de 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 nivel macro –en el plano internacional (capítulo 3) y nacional (capítulo 4)- y a nivel micro –con el caso de la papa resistente a virus (capítulo 5) y del algodón resistente a insectos (capítulo 6)-.

En ambos niveles el cambio tecnológico en agrobiotecnología 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<sup>84</sup>.

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

---

<sup>84</sup> Adaptado de Berg (1998:465).

De ahí que el cambio tecnológico en agrobiotecnología se haya representado como el resultado de una serie de actividades -de diferentes tipos- que realizan actores. Como se señaló, estas actividades tienen retroalimentaciones e interconexiones y su naturaleza e importancia relativa va cambiando en el tiempo, a saber: actividades de investigación y desarrollo<sup>85</sup>, de producción y puesta a punto de la tecnología<sup>86</sup>, de adopción y difusión de tecnología<sup>87</sup>, así como actividades de promoción y regulación<sup>88</sup> (ver Figura 2.3.). 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.

---

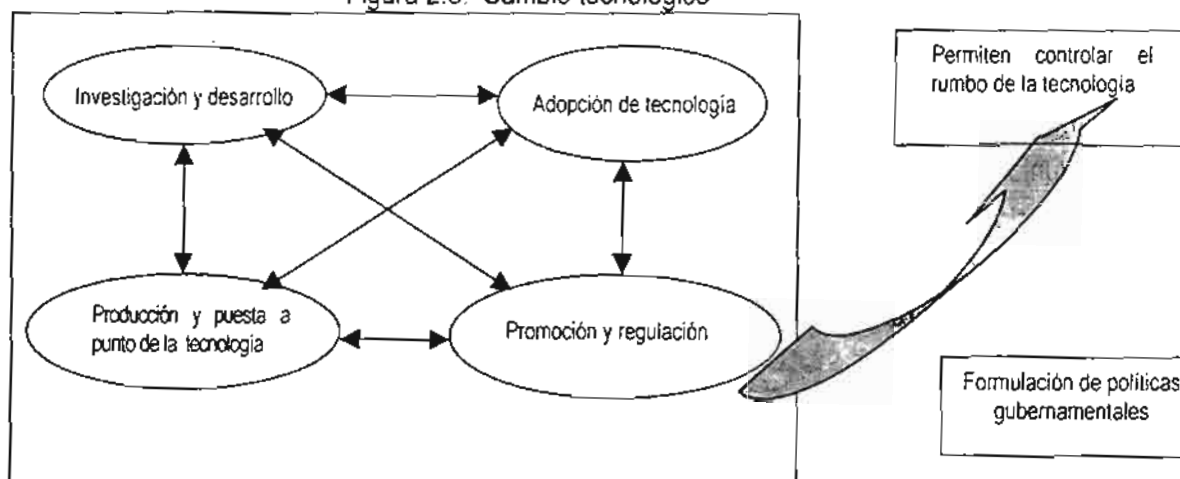
<sup>85</sup> Es el trabajo creativo llevado a cabo sobre una base sistemática con el fin de incrementar el acervo de conocimientos para la resolución de incertidumbre científica o tecnológica, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de este acervo de conocimientos para inventar nuevas aplicaciones. Es necesario que en esta actividad este 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.

<sup>86</sup> Se refiere a un amplio rango de actividades que busca, de manera sistemática, convertir el trabajo hecho en la 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, etc. Estas actividades son fundamentales para que una tecnología basada en ciencia, esté en condiciones de ser introducida a nivel comercial, es decir para innovar.

<sup>87</sup> 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, etc. Pero también se requiere de una interacción dinámica con actividades de I&D y de puesta a punto.

<sup>88</sup> El control de una tecnología se realiza a través 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, a través de los financiamientos de proyectos (CONACYT, NAFIN, etc), 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, etc. En la promoción y regulación de una tecnología han participado tradicionalmente los gobiernos (a través de 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 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).

Figura 2.3. Cambio tecnológico



Es decir que cada tipo de actividades que son necesarias para el desarrollo y uso de una tecnología, basada en ciencia como la agrobiotecnología se podría visualizar a su vez como una red con nodos e interacciones que les son características y como el resultado de la interacción de muchos actores en el largo plazo; cada uno persiguiendo objetivos específicos, dando 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 jugando en las actividades 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 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 que han sido generados o aplicados en estudios de sectores industriales fundamentalmente.

El enfoque de redes sociotécnicas ofrece valiosas sugerencias sobre 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 (Eizen *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 a la tecnología 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 la capacidad del actor 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 valor de uso. Esto tiene que ver con recursos a nivel de nodo y con organización.

#### **2.3.4. Variables que afectan el acceso**

Aun y cuando se reconoce de entrada que el acceso a la agrobiotecnología 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 aspectos -aún cuando han sido realizados para otros sectores y contextos- concuerdan en que el acceso a tecnologías biológicas para diferentes grupos de actores de países de menos desarrollo es importante.

Como se señaló, la propiedad intelectual y la bioseguridad fueron visualizadas desde hace algún tiempo como pre-requisitos 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 el control de la tecnología.

En los siguientes capítulos que integran esta primera parte se analizan los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola a nivel internacional (capítulo 3) y nacional (capítulo 4). Para los casos (capítulos 5 y 6), los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la agrobiotecnología se analizan considerando a este como 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 –impediría o condicionarla-, como también las capacidades que requieren A y B para procesar la tecnología (Ver Figura 2.1.a.). Asimismo, pueden modificar la versión que tanto el actor A como el actor B puedan tener acerca de la agrobiotecnología (ver Figura 2.1.b.); al igual que en el primer caso, esto puede afectar el vínculo y los perfiles de los actores. De igual suerte, los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad pueden modificar el ambiente en que interactúan los actores. Los actores van a reaccionar a esa percepción y su actuación puede modificar, al igual que en los dos casos anteriores, el vínculo con otros actores y sus capacidades para manejar la tecnología (Ver Figura 2.1.c.).

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 de la agrobiotecnología- en consecuencia, también se puede incrementar el número de actores en el sistema tecnológico bajo estudio y las interacciones entre ellos. Los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad 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. A continuación 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. Los DPI 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: tales como las patentes<sup>89</sup>, los derechos de autor, las marcas comerciales<sup>90</sup> y denominaciones de origen, los secretos industriales o secretos comerciales<sup>91</sup> y algunas formas híbridas como los derechos de obtentores vegetales<sup>92</sup> (DOV). No todas estas formas son relevantes para la agrobiotecnología.

La protección por patentes es vista como particularmente crítica para recuperar retornos de invenciones básicas en industrias como la agrobiotecnológica que tiene 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 retengan para uso propio cantidades

---

<sup>89</sup> 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 de tiempo 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 de la patente 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).

<sup>90</sup> 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).

<sup>91</sup> 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).

<sup>92</sup> Los derechos de obtentores vegetales permiten que los que desarrollan nuevas variedades de plantas puedan controlar su comercialización y utilización. 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).

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.

### **3. Los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola a nivel internacional**

Como se vio en el capítulo anterior, 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 tecnología por su parte, es claro que hay actores que tienen mucho que ver en orientar a la tecnología hacia ciertos caminos, pero tradicionalmente estos caminos han tenido poco que ver con una participación democrática (Feenberg, 1999:1-2). En el caso de la agrobiotecnología, sin embargo, empieza a haber evidencias de que la intervención de nuevos actores en el desarrollo y uso de esta tecnología puede y, de hecho, está propiciando 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 ambos aspectos afectan el acceso a esta tecnología. Por supuesto, se reconoce de entrada que el acceso a una tecnología como 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 el campo tecnológico está en desarrollo -como es el caso de la agrobiotecnología- 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.

De ahí que a lo largo de este capítulo, se revise la evolución que han tenido los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad y su influencia en el acceso a nivel internacional. Se destaca la percepción generalizada de los diversos actores que participan en el desarrollo y uso de la agrobiotecnología, acerca de los beneficios netos que una tecnología como 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 -es decir, 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 implementaban medidas adecuadas (de bioseguridad entre otras), cualquier costo se vería superado, en un amplio margen, por las recompensas que ofrecía esta tecnología. De hecho, esta es la percepción generalizada que actualmente se sigue teniendo acerca del internet: un prerrequisito para el desarrollo económico (Walker, 2000:844).

En el caso de la agrobiotecnología, sin embargo, desde la segunda mitad de los noventa se han sentado las bases para que se modifique la opinión acerca de esta tecnología:

En 1994 se aprobó en Estados Unidos el consumo y producción comercial del tomate de madurez retardada -que fue 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, etc 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, esta planta -que dio cuenta del 58% 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 el 93% de los tipos de manipulaciones realizadas hasta el momento que ya están en etapa de comercialización, el 7% 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<sup>1</sup> (Garbert, K, 2000). La reacción ante este tipo de innovaciones que benefician claramente a 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

---

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

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 del 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 de la agrobiotecnología, 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 2001. El periodo se divide en tres etapas.



### **3.1. La primera etapa: La expansión de los beneficios netos**

#### **3.1.1. Los aspectos de propiedad intelectual**

Los DPI generan mucha controversia a nivel global porque la manera en que se conceptualizan, los tipos de protección, el alcance y los aspectos relacionados con su implementación son distintos entre los diferentes países. Los 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 en estos países 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 a reforzar la propiedad intelectual de las innovaciones tanto en industria 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 constituían barreras no arancelarias al comercio<sup>2</sup>. Lo anterior dio lugar a que se estableciera la liga entre aspectos de comercio y propiedad intelectual en la Ronda Uruguay: El grupo 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<sup>3</sup>:

- patentes
- un sistema *sui generis* efectivo<sup>4</sup>
- una combinación de estos

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<sup>5</sup>. Según esta medida, es el demandado quien debe 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.

---

<sup>2</sup> De hecho desde antes que se iniciara la Ronda Uruguay del GATT, los Estados Unidos habían hecho pública su insatisfacción con el sistema internacional prevaleciente en materia de DPI.

<sup>3</sup> Estas recomendaciones se asientan en el artículo 27.3 (b) de TRIPs.

<sup>4</sup> *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 (Aiker y Heidues, 2001:1).

<sup>5</sup> Ver artículo 34 de TRIPs.

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, de investigación, de comercio, etc. (ver capítulo 4).

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<sup>6</sup>. 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 que eran 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).

Por otro lado, había un creciente consenso de que una protección adecuada en materia de DPI era necesaria para incrementar el flujo de tecnología y *know-how* y 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 a 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

---

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

situación podía bloquear más que estimular la innovación por lo que pronto empezó a ser cuestionada tanto en Estados Unidos, en Europa, así como en países de menos desarrollo (Bijman, 1994: 8-9).

Inicialmente la oposición fue a través de algunas ONG como la Rural Advancement Foundation International (RAFI)<sup>7</sup> 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 acerca de un método para producir plantas resistentes a herbicidas –las reivindicaciones de la patente cubrían todas las plantas y semillas 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 esta 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 facilitaran 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<sup>8</sup>.

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

---

<sup>7</sup> Esta organización modificó la razón social por Action Group on Erosion, Technology and Concentration

<sup>8</sup> 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 Wick, 1997:35)

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 conservando 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<sup>9</sup>: patentamiento de la construcción genética, utilización de marca registrada para la planta y para el fruto, etc.

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 principales empresas semilleras, así como a orientar su investigación al desarrollo de sistemas de protección tecnológica<sup>10</sup>.

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 y horizontal. De la misma manera, la estructura de la industria afectó la estrategia de las empresas (1997:130).

---

<sup>9</sup> En el caso de México, el algodón resistente al ataque de insectos utiliza también varios tipos de DPI como se puede ver en el capítulo 6.

<sup>10</sup> 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.

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 las utilidades de una innovación determinada guarda una estrecha relación con dos factores:

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

Si la tecnología no es tácita<sup>11</sup> y puede ser fácilmente codificada y copiada, los imitadores podrían apropiarse una parte significativa de las utilidades de la innovación.

- -¿que 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

---

<sup>11</sup> 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).

serie de transacciones estratégicas que alinearon a las empresas de agroquímicos y de semillas con empresas tecnológicas de agrobiotecnología. En 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 en el gasto público en investigación marcaban una clara orientación de la biotecnología agrícola hacia mercados rentables, alejándola de las promesas para los sectores más desprotegidos de 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 transitando 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 los currículos de cualquier investigador destacado en un

país como Estados Unidos, donde el número de patentes que les han sido otorgadas es muy similar al de sus artículos publicados en revistas científicas<sup>12</sup> 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 jugar un 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 -es decir 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.

### 3.1.2 Los 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 1974<sup>13</sup> como el inicio de un debate que ha tenido altibajos pero que cada vez abarca a un mayor número de sectores y ha movilizado 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.

---

<sup>12</sup> 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 los 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 guardaban una estrecha relación con biotecnología (Maredia *et al*, 1999:2-3).

<sup>13</sup> 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 es considerada como el antecedente de la bioseguridad (Kline, 1990: xii-xvi).



En 1974 los científicos relacionados con la biotecnología acordaron una moratoria a la experimentación con seres vivos utilizando técnicas de ADN. 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. 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 nivel 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 moderna<sup>14</sup> y el segundo por el rearrreglo institucional y por tanto también regulatorio que venía ocurriendo a nivel macro *pari passu* con la globalización y flexibilización de mercados<sup>15</sup>. Pero se pensaba que en la medida de que la biotecnología se

---

<sup>14</sup> Las dudas surgen por la naturaleza fragmentaria del conocimiento actual de la estructura del genoma y la función y regulación de la expresión génica en 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.

<sup>15</sup> 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 impactando negativamente el ambiente

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<sup>16</sup>.

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<sup>17</sup>. 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 lograr 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"<sup>18</sup>.

innovativo de una empresa. La incertidumbre puede surgir de diversas fuentes: una regulación obscura 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).

<sup>16</sup> 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 translación 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 lo que ya se habla mencionado en el capítulo 2 acerca de la visión que los actores tengan respecto a la tecnología que intercambian (aspectos de flexibilidad interpretativa), la cual no siempre coincide.

<sup>17</sup> 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.

<sup>18</sup> La implementación 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 fue logrado hasta el año 2000.

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 regulatorios, 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 direccionaban 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). Era cada vez 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 el papel que debían jugar 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 al ambiente y a 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 socioeconómicas<sup>19</sup> para la aprobación de nuevos productos (Possas *et al*, 1993:32). Lo anterior estaba ocurriendo 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 (Tabla 2.1). 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 anterior había generado desencanto social ante la

---

<sup>19</sup> 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.

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 años 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, etc.

Todo lo anterior estaba haciendo difícil el surgimiento de la biotecnología. Para contrarrestar esa desconfianza en las instituciones, los proponentes de la agrobiotecnología estaban siendo 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 al ambiente y a la salud se consideraban insignificantes<sup>20</sup>. El tomate de madurez retardada de Calgene fue comercializado hasta 1994<sup>21</sup> 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<sup>22</sup>, sin embargo sus posibles efectos a la salud y al ambiente no enfrentaron críticas mayores.

### 3.2. La 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 en el periodo comprendido 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 has. para el año 2000. Una alta proporción de estas plantas ha sido cultivada en Estados Unidos (68 %) pero también en países como Argentina (23%), Canadá (7%) y China (1%). El restante 1% del área en el año 2000 se distribuyó en 9 países dentro de los que destacaron Sudáfrica, Australia y México (James, 2000:2 y 5).

Este patrón de distribución en el año 2000, -en donde el área cultivada de plantas transgénicas en algunos países europeos era parte del 1% restante del total de plantas cultivadas en el mundo-,

<sup>20</sup> El tomate de madurez retardada había sido obtenido utilizando técnicas de ADNr pero no era un producto transgénico.

<sup>21</sup> 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 primera planta transgénica para uso en alimentación que fue comercializada en un país desarrollado -Estados Unidos 1994-.

<sup>22</sup> Ver Koppenburg, 1994:24.

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 habido 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 manera distinta desde ambos lados del Atlántico<sup>23</sup>-, 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 empezó a ser evidente que los consumidores europeos y los de Estados Unidos reaccionarían de manera diferente a los alimentos modificados genéticamente. Es importante señalar, que 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<sup>24</sup>.

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, relativos a 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 obscureciendo 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 profundo proceso de consolidación que ya tenía en marcha algún tiempo. La última onda de consolidación empezó con la decisión de la empresa Monsanto de adquirir Dekalb en 1996<sup>25</sup>. Según Jolie y Lemarié, este cambio estratégico -tener una presencia en la industria de semillas mas que ser un proveedor de genes- fue seguido por el establecimiento de un gran número de sociedades, fusiones y

---

<sup>23</sup> Para algunos analistas, el debate entorno a los OGM aplicados a la agricultura es un debate Transatlántico.

<sup>24</sup> Para conocer a profundidad la concepción europea del desarrollo agrícola y sus políticas ver León, 1999.

<sup>25</sup> 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).

adquisiciones que no eran solamente específicos a la industria de semillas, si no a una reestructuración en marcha de la industria farmacéutica (1998:85-90).

En efecto, desde los ochenta y noventa, a nivel 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 podría ser de utilidad para la etapa de desarrollo en que se encontraban las innovaciones agrobiotecnológicas. Además, de manera muy importante, las 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. En aquella época, la genómica y la bioinformática atrajeron mucha inversión en biotecnología y había 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 profundas 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 y 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 y 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, la aplicación de la biotecnología 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, tomando como base las corporaciones que estaban inmersas en agrobiotecnología a mediados de 1997, serían 4 ó 5 complejos industriales de escala mundial los que podrían combinar agrobiotecnología, semillas, agroquímicos, procesamiento de productos agrícolas a granel y procesamiento de alimentos. Las empresas semilleras que se quedaran fuera de tales corporaciones estarían en desventaja competitiva (Shimoda, 1997:29-30).

Para otros analistas, 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 empresas semilleras. Al finalizar el tercer trimestre de 1998, tan solo la empresa Monsanto se había involucrado en 18 adquisiciones y se había comprometido y había deshecho su compromiso con American Home Products. Monsanto completó adquisiciones en el exterior por un valor total de 7.3 billones en dos años. Novartis se formó por la fusión de Sandoz y

Ciba Geigy, Dupont eligió entrar al mercado a través 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. Estas ventas les podían permitir a cada empresa destinar más de 500 millones de dólares en 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 millones de dólares en I&D (Joly y Lemarié, 1998: 85-90). Las empresas 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 10 años (Joli 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, si no 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 pag 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 tuvieron influencia en la rápida consolidación de las empresas de ciencias de la vida, también han sido muy diversos los factores que –en muy corto tiempo- han provocado retrocesos y replanteamientos en sus estrategias. Pero 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 estas 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 sigan manteniendo 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.

### **3.2.1. La formación del mercado de la agrobiotecnología 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 Estados Unidos, 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 estaban siendo muy disputados, tanto a nivel colectivo como nacional, se había realizado poca investigación en aspectos ambientales y la tecnología en si misma era poco familiar al público. La introducción de productos modificados genéticamente en esta etapa del ciclo de vida de la tecnología ha tenido profundos 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. Las actitudes negativas según Jolie y Lemarié no solo 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 Hanriotis, existe una fuerte creencia en la Unión Europea de que una tecnología no debe ser utilizada sólo porque se encuentre disponible. Bajo este enfoque crítico al 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. La cuestión política en la Unión Europea por tanto no es usar o no usar la biotecnología en la agricultura, si no cómo usarla 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 ella se empleaban; acerca de las cuales muchos consumidores no estaban conscientes o de plano ignoraban. Los escándalos habían minado la confianza pública de los consumidores en la seguridad del suministro de alimentos y habían intensificado, a la par, una serie de preocupaciones en torno a la industrialización en 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 a 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 por técnicas de ingeniería genética. El producto fue etiquetado abiertamente como OGM y se vendió a un sobreprecio de 25%, logrando una participación de mercado de 150% 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 importante 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)<sup>26</sup>.

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, etc. 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 temores y objeciones al funcionamiento actual de la sociedad que estaban cristalizando en torno a los OGM; estos, 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

---

<sup>26</sup> 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.

ambiente y cuestionar el papel de instituciones gubernamentales para establecer regulaciones que garanticen un beneficio social más amplio (González, 2000:62).

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. De igual suerte sucedía con los aspectos de propiedad intelectual y con 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<sup>27</sup>, 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. Según avances teóricos recientes en la materia, hay una categoría especial de movimientos sociales (donde podrían quedar enmarcadas algunas ONG como GreenPeace), estos grupos tienen su propia racionalidad y reflejan la incertidumbre que domina 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 relevantes, los medios masivos, a su vez, reflejan la imagen de héroes modernos de estos grupos: una especie de cruzados (con medios limitados), luchando contra las grandes empresas, todo lo cual atrae la simpatía pública.

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 el 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, etc. Las redes de los nuevos actores intercambian, en muchos casos, principalmente mensajes y tácticas.

Por supuesto, el nivel 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

---

<sup>27</sup> Citado por González, 2000:62-65).

guarda también una estrecha relación con lo señalado por Feenberg, relativo a 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. La opinión pública 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 populares<sup>28</sup> (Gaskell, 2000:87-96).

Siguiendo 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<sup>29</sup>. Además, en la Unión Europea el proceso involucra –como en cualquier 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 proceso de debate en Europa refleja las visiones divergentes y necesidades de los diferentes actores involucrados: consumidores, grupos ambientalistas, productores, funcionarios gubernamentales y empresas de sus diferentes estados miembros y claramente va más allá de una guerra comercial entre La Unión Europea y Estados Unidos.

### **3.2.2. La formación del mercado de la agrobiotecnología en países de menos desarrollo**

Excepto Argentina, que es el segundo país en el mundo en 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

---

<sup>28</sup> Uno de los más reconocidos a nivel popular es McDonald's.

<sup>29</sup> 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).

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<sup>30</sup>; 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* 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 estos se vieran obligados a pagar DPI -a

---

<sup>30</sup> 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 patentadas. En estos contratos, los productores agrícolas que compran la semilla de Monsanto, tiene 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, ver caso de algodón en el capítulo 6 para mayor detalle.

innovaciones por ellos desarrolladas<sup>31</sup>- al intentar exportar dichos productos en los países donde se hubieran otorgado patentes. Otra 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<sup>32</sup>- 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, si no también para la liberación experimental de este cultivo. Lo anterior fue antes que surgieran los escándalos internacionales respecto a los posibles riesgos de los OGM al ambiente y a la biodiversidad<sup>33</sup>. Esta situación plantea diferencias importantes e independencia con respecto al 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 realmente podrían tener acceso a dichas innovaciones: en primer lugar, al estar este campo claramente en manos del sector privado, los desarrollos estaban siendo 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

---

<sup>31</sup> 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.

<sup>32</sup> En febrero de 1999 se llevó a cabo una reunión en Cartagena Colombia para firmar el protocolo de bioseguridad. El protocolo 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.

<sup>33</sup> Se refiere a la publicación en Lancel y en Nature de algunos resultados de investigación que alertaban sobre posibles efectos inesperados de los OGM.

población rural tenía un mayor nivel de preparación y bienestar y en 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 empezaron a ser muy cuestionados en países de menos desarrollo, tanto desde organizaciones ambientalistas 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<sup>34</sup>.

### **3.3. La tercera etapa: ¿La 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 protocolo<sup>35</sup> -aspecto que pudiera ser interpretado como que debilita el acuerdo-, no

---

<sup>34</sup> Esta afirmación del Dr. Álvarez-Morales (2000) se hizo 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.

<sup>35</sup> Esto es porque los Estados Unidos no firmaron el CDB de cuyo mandato se deriva el protocolo de bioseguridad.



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 que el acuerdo por sí mismo tuviera una "ambigüedad constructiva". Esta 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<sup>36</sup> que había sido una fuente mayor de preocupación para el 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 estos 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 este fue firmado por el Senado mexicano hasta 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, etc; pero moverse en esas direcciones podría disminuir la atraktividad 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

---

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

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, de manera muy cuidadosa, 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, de los consumidores a 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 precio. 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° 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 influencia la trayectoria de nuevas tecnologías. Las nuevas tecnologías 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 Sundlof, 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 esta sea pequeña, esta es explotada -por algunos de los actores involucrados- y puede influenciar de manera significativa 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. Estas 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).



#### **4. Los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola a nivel nacional**

Desde principios de los ochenta los diferentes gobiernos en el país se inclinaron hacia una corriente de liberalización económica que recorría el mundo; este contexto de apertura comercial implicó necesariamente adecuar marcos legales y realizar modificaciones de políticas en aspectos muy interrelacionados como 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<sup>1</sup>.

En el caso de 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 era quien encabezaba las iniciativas para establecer estándares mínimos en la materia. De ahí que el país se viera sometido a presiones comerciales que culminaron con el establecimiento, a principios de los noventa, de un nuevo marco legal en relación con la propiedad intelectual, la transferencia de tecnología y las inversiones extranjeras en preparación para la firma del TLC.

Por supuesto, como se vio en el capítulo anterior, también las presiones multilaterales tuvieron un papel importante, especialmente en el caso de propiedad intelectual, ya que a través de TRIPs<sup>2</sup> -el instrumento internacional más importante para la armonización de legislaciones en materia de propiedad intelectual- los países podían ser obligados a adoptar estándares mínimos en la materia, lo que reducía de manera considerable su flexibilidad y autonomía al respecto (Solleiro, 97:569).

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 innovativa de la sociedad.

Por otro lado, los que se oponían a la protección de la propiedad intelectual esgrimían que la protección monopolística sería utilizada para reservas exclusivas de mercados de importación, sin

---

<sup>1</sup> Ver Solleiro, 1997:567.

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

inversiones y esfuerzos para desarrollar innovaciones, ni establecer inversiones productivas en el país en cuestión (1997:573). Estos argumentos guardan una estrecha relación con el acceso a una tecnología, aspecto que enmarca esta investigación.

Lo anterior no hacía más que revelar el carácter de espada de 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 materia de propiedad intelectual 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).

La bioseguridad, por su parte, tenía una importancia relativa menor al principio de esta etapa y no dejaba de ser una preocupación fundamentalmente académica. Había argumentos que destacaban la conveniencia de contar con un marco que diera mayor certeza a las empresas biotecnológicas, de que sus innovaciones podrían ser evaluadas y autorizadas en el país por instituciones gubernamentales en las cuales hubiera confianza pública<sup>3</sup> (Persley *et al*, 1993:9-11; Possas, 1993:3-12).

De ahí que, aunque no se conceptualizara el acceso a la biotecnología -como se hace en esta investigación- en términos de disponibilidad de tecnología y de capacidad de procesamiento del actor, ambos aspectos permeaban la discusión. Y es que, especialmente, el último era de gran relevancia para un país de menos desarrollo como México, si se esperaba que la biotecnología incidiera en el desarrollo nacional (Gonsen, 1995:53). Como se verá en este capítulo, la importancia relativa de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad ha sufrido grandes cambios a lo largo del tiempo, al igual que sus posibles efectos en el acceso y -como se señaló en el capítulo 2-, 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.

## **4.1. Primera etapa**

### **4.1.1. Los marcos regulatorios y la disponibilidad de tecnología**

Desde que surgió la agrobiotecnología en el mundo se generaron grandes expectativas en países de menos desarrollo como México, acerca de las posibilidades que ofrecía esta tecnología para revitalizar una serie de actividades productivas relacionadas con la agricultura y la agroindustria, las

---

<sup>3</sup> Las empresas no esperaban que las actividades que eran percibidas como riesgosas pudieran permanecer desreguladas, de ahí que, el principal riesgo que las empresas percibían en aquella época en relación con la ingeniería genética era que la ausencia de regulaciones provocara retrasos en la comercialización de sus productos (Possas *et al*, 1993:7).

cuales se pensaba debían desempeñar un papel importante en las perspectivas de desarrollo del país. Estas expectativas estaban 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 la agrobiotecnología 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 la agrobiotecnología, 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; Quintero, 1993:84-86).

De ahí que aunque se anticipaba que la mayoría de los países en desarrollo sólo serían usuarios de la tecnología biológica -con una mayor dependencia respecto a los nuevos productos y procesos-, algunas de estas predicciones buscaban movilizar a los principales actores para participar activamente en este campo: cuyo desarrollo se afirmaba 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 efecto, en países como México, -cuyas instituciones públicas de educación superior y universidades contaban con recursos de alta calificación para I&D en agrobiotecnología, aunque reducidos en número- algunos analistas pensaban que la generación de innovaciones para satisfacer las necesidades de los productores de menos recursos -cuyos mercados no fueran atractivos para las empresas que comandaban la agrobiotecnología en el mundo- podría provenir de esos grupos. Dichos grupos, además, tendrían que jugar un papel importante en la formación de los cuadros que adaptarían a las condiciones locales las tecnologías transferidas del exterior (Arroyo *et al*, 1989:14-19; Casas, R. 1993:13-29; Quintero, 1985a:461-478).

Otros analistas, por su parte, 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 sobre 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 nivel nacional y regional. La biotecnología era vista como parte de un patrón general de creciente

competencia tecnológica internacional, en donde era importante establecer políticas que fomentaran la investigación científica básica y propiciaran el establecimiento de relaciones más estrechas entre la industria privada internacional, las universidades y los laboratorios nacionales a fin de acelerar la transferencia de esta investigación hacia el sector privado (Buttel y Cowan, 1990:17).

En este contexto los aspectos de 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 una serie de 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<sup>4</sup> especialmente en materia de propiedad intelectual y bioseguridad<sup>5</sup> (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 co-operation", el Dr. Karl-Heinz Narjes, entonces vicepresidente de la Comisión de la Comunidad Europea, expresó de manera muy clara la posición de la Comunidad Europea acerca de la propiedad intelectual y la biotecnología:

"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 la innovación es necesaria una protección adecuada; tal protección facilita la transferencia de tecnología, mientras que la secrecía podría inhibirla" (Narjes, 1989:XIII-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<sup>6</sup>, seguía sin permitirse el patentamiento de productos y procesos biotecnológicos. Por otro lado, la bioseguridad en México era una preocupación fundamentalmente académica<sup>7</sup>. De ahí que fuera evidente, que la importancia de los aspectos de

<sup>4</sup> 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 un país donde la tecnología utilizada estuviera protegida.

<sup>5</sup> En tecnologías que requieren grandes inversiones y largo tiempo de desarrollo, la incertidumbre disminuye al patentar. Por otro lado, los posibles riesgos que estas tecnologías pueden representar al 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.

<sup>6</sup> La Ley de Invenciones y Marcas vigente desde 1976 había sido reformada en enero de 1987.

<sup>7</sup> De hecho, la regulación de productos biotecnológicos en el país se basa en la Ley General de Salud que desde 1987 ha regulado la investigación en ingeniería genética por medio de guías de carácter voluntario inspiradas principalmente en las guías de los National Institutes of Health de los Estados Unidos. Estas regulaciones han sido poco difundidas incluso entre la comunidad científica directamente relacionada con la biotecnología moderna (Gálvez *et al.* 1999:66).



propiedad intelectual y bioseguridad para la difusión de la biotecnología en México eran conceptualizados de manera diferente a como se hacía en los países de mayor desarrollo: se trataba de una conceptualización en materia de propiedad intelectual orientada al beneficio social y a la creatividad individual, ya que no se permitía el patentamiento de procesos y productos biotecnológicos pero sí la obtención de certificados de invención para estos<sup>8</sup>, con excepción de las especies de plantas, animales y sus variedades, así como los procesos biológicos necesarios para su creación, incluidos los de tipo genético. Esta situación cambiaría poco tiempo después ya que en 1988, a raíz de la primera solicitud de liberación en campo de una planta transgénica, las autoridades mexicanas se vieron en la necesidad de tomar las primeras medidas de bioseguridad<sup>9</sup>.

En el caso de patentes, la situación para México estuvo más forzada, ya que Estados Unidos tuvo que echar mano de algunas presiones bilaterales para que se modificara el marco legal de protección a la propiedad intelectual. En efecto, desde hacía algún tiempo que Estados Unidos -a través de su Omnibus Trade Bill- había iniciado una "guerra a la piratería" contra países de menos desarrollo que tenían excedentes comerciales significativos; estos países eran 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 con relación a 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 10 a 14 años, éste se quedaba corto con relación a los 17 años que se otorgaban en Estados Unidos y de manera muy importante, la ley revisada posponía por 10 años el patentamiento de productos farmacéuticos y químicos.

Cabe resaltar que las modificaciones a la ley habían sido el 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 el patentamiento de productos y procesos farmacéuticos buscaba proteger a una industria farmacéutica nacional que utilizaba desarrollos del exterior. Asimismo, en los casos en donde no se concedían patentes, a través del otorgamiento del certificado de invención buscaba incentivar la creatividad individual de aquellos que trabajaban en investigación y desarrollo y que estaban concentrados en universidades (Quintero y González, 1989:168).

---

<sup>8</sup> Era el derecho no exclusivo otorgado por el Estado Mexicano que le permitía al poseedor comercializar la invención por 14 años.

<sup>9</sup> 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 plantas transgénicas 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).

Pero el certificado de invención, en cierto sentido, era la antítesis de la patente en términos económicos<sup>10</sup> ya que a diferencia de ella, cualquiera que estuviese interesado en comercializar el producto protegido a través de dicha figura podía hacerlo pagando los derechos correspondientes al poseedor del certificado; de ahí que -excepto por la vigencia- fuera una especie de derecho de autor. De igual suerte, a diferencia de la patente, el poseedor del certificado no estaba obligado a explotar la invención antes de un plazo determinado. Es 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; de allí que, 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 norteamericanos. Pero también hubo presiones multilaterales, 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, las cuales podían ser muy dañinas para los países de la Región y que en el marco de la corriente liberal que recorría a Latinoamérica, los cambios en las legislaciones en materia propiedad intelectual podrían ser considerados como una decisión tomada, que formaba parte de una política general de inversión extranjera, comercio exterior y transferencia de tecnología; pero consideraba que había márgenes de maniobra y recomendaba algunos aspectos mínimos a ser considerados en el diseño de la legislación en materia de propiedad intelectual (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<sup>11</sup>, adoptando sólo un sistema como el de UPOV,
- exigir, en el caso de conceder patentes sobre microorganismos, que la descripción de la invención fuera completa y complementarla con el depósito respectivo,
- poner especial 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<sup>12</sup>,

---

<sup>10</sup> 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.

<sup>11</sup> "Para las obtenciones vegetales parecería más adecuado adoptar sólo un sistema de protección como el de la UPOV, pues este, a diferencia del de patentes, 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).

<sup>12</sup> 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).

- incluir la obligación de explotar industrialmente la invención patentada<sup>13</sup>,
- 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 los países como México, afrontar las amenazas y los retos del patentamiento 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 intelectual<sup>14</sup> 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 marco de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, como en las que se estaban realizando en el GATT. La nueva ley iba más allá, ya que además de permitir el patentamiento de productos químicos y farmacéuticos, alimentos y bebidas, invenciones relacionadas con microorganismos y productos y procesos biotecnológicos, permitía patentar 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 posteriormente, la ley terminó siendo modificada tres años después eliminándose, entre otras, la posibilidad de patentar variedades de plantas y optándose por el sistema UPOV.

Por otro lado, la manera en que estaba evolucionando la agrobiotecnología en el mundo en esta primera etapa, -como se vio en el capítulo anterior- 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.

Lo anterior atrajo, de manera decidida, la participación de científicos del área social en el país, quienes 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

<sup>13</sup> 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.

<sup>14</sup> Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial.

el conocimiento y el capital económico o financiero (Rubio, 1991:55-57). A nivel 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 nivel más general algunos autores señalaban que la creciente privatización del conocimiento sumada a la cada vez mayor concentración de la industria biotecnológica significaría grandes dificultades para que sus desarrollos fueran utilizados por los productores de menos recursos (Otero, 1991:19-52).

Por otro lado, desde el campo de formulación de políticas para la innovación tecnológica, Lorence *et al* estimaban que el nivel 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 en materia de propiedad intelectual 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 raquilismo 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 si no 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<sup>15</sup>, las reformas entraron en vigor en octubre de 1994. Dentro de las modificaciones importantes con relación a la biotecnología destaca que con la nueva ley se daba marcha atrás en el patentamiento de variedades de plantas. La nueva ley 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).

Al dar marcha atrás al patentamiento 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 solo para las variedades de plantas, si no para la situación de países como México, ya que especialmente la versión UPOV de 1978 ofrecía dos excepciones al derecho de explotación exclusiva:

---

<sup>15</sup> Ley de Propiedad Industrial.

- el conocido como derecho del agricultor, a través del cual el agricultor 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 a este 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 con respecto a 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, especialmente las patentes conformaban un aspecto que rebasaba a la biotecnología y tenía asociados fuertes intereses económicos, las presiones que había recibido México para modificarlas eran reales y recientes, y como se señaló en el capítulo 2, "hay 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 del patentamiento, 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 las patentes se otorgaba a inventores de esos países, mientras que la mayor proporción de patentes se otorgaba a individuos o empresas extranjeras<sup>16</sup>. Como se verá en la segunda etapa, esto también sucedió en el país.

A mediados de los noventa -época en que se planteó esta investigación para ser admitida al doctorado en ciencias sociales- 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

---

<sup>16</sup> Ver Gonsen, 1995:27.

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: los aspectos relacionados con la disponibilidad de la tecnología, pero no se había puesto atención al otro componente, que es la capacidad de procesamiento del actor.

Como se señaló en el capítulo 2 este componente del acceso 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 posibilidad de utilizar esta tecnología de manera segura y preservar su valor de uso a corto mediano y largo plazo. Cabe resaltar, además, que tanto los aspectos de propiedad intelectual como los de bioseguridad afectan la capacidad de procesamiento de diferentes actores, ya que su manejo necesita recursos y organización más complejos (Brenner, 1998:53).

De ahí que como parte del proceso para la admisión al doctorado, quien plantea esta investigación haya considerado importante profundizar en los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola en México, ya que en un marco de liberalización económica que consideraba a la tecnología como una mercancía que consistía en información y no reconocía su carácter tácito y acumulativo, era evidente que las capacidades nacionales para desarrollar y usar tecnología 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 para procesar esa tecnología en particular los actores involucrados en la misma, se puede ver que las acciones emprendidas a nivel gubernamental en México, al término de esta primera etapa, habían puesto más énfasis en cuestiones relacionadas con facilitar la disponibilidad de las biotecnologías (como son las regulaciones en materia de propiedad intelectual y bioseguridad), y mucho menos esfuerzo en el segundo componente del acceso: la capacidad del actor para procesar la tecnología. 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 por un lado 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 desafie 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 usar la tecnología está intrínsecamente relacionada a la capacidad para entenderla y absorberla (Cassiolato y Martins, 2000:50).. Lograr lo anterior desde tal perspectiva, implicaba ir más allá de los arreglos y ajustes realizados en esa época por el gobierno mexicano para atraer inversión extranjera directa y tecnología.

#### 4.1.2. El acceso y la capacidad de procesamiento de los actores

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 que, a nivel internacional, 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 nivel internacional. Pero 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<sup>17</sup>.

Es decir, el caso de la biotecnología de plantas respondió, en mayor medida, a un esfuerzo de planeación institucional<sup>18</sup> 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.

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<sup>19</sup>, a fin de poner a punto la tecnología y hacerla llegar a los productores. Pero en aquella época este instituto no contaba con recursos en el campo de la biotecnología de plantas que

<sup>17</sup> Se refiere al CINVESTAV-Irapuato, que será un actor importante en el caso presentado en el capítulo 5.

<sup>18</sup> Se refiere a las autoridades que dirigían el CINVESTAV a fines de los setenta y principios de los ochenta.

<sup>19</sup> Se trata de INIFAP, que también será un actor importante en el caso presentado en el capítulo 5.

facilitaran el establecimiento de esa interfase clave<sup>20</sup>. 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.

Cabe destacar que las articulaciones más exitosas de los centros nacionales de investigación en esta primera etapa 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. Lo anterior según Gonsen podía dar como resultado 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.

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 Gonsen, en el caso de México las conexiones específicas estaban ausentes; para esta 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 nivel local no era privativo de México, según Jaffé era –y sigue siendo– 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).

---

<sup>20</sup> Según Casas, en 1986, los investigadores de CINEVESTAV solicitaron información a las autoridades del INIFAP para poder definir sus prioridades de investigación pero no la obtuvieron oportunamente (1993:109). Esta importante articulación entre CINEVESTAV e INIFAP no ha sido fluida ni continua. A pesar de que INIFAP anunció su interés en biotecnología en 1992, tampoco logró conjuntar una masa crítica que le permitiera implementar proyectos de investigación importantes en el área de biotecnología de plantas.



Quintero, por su parte, en una retrospectiva sobre la biotecnología en México en la primera mitad de los noventa, planteaba que la biotecnología nacional había tenido 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.

Cabe destacar que desde principios de los noventa se había iniciado en CINVESTAV Irapuato, reconocido como centro líder en biotecnología de plantas a nivel latinoamericano, un desarrollo tecnológico que había obtenido fondos de una fundación privada de carácter internacional (Fundación Rockefeller) 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 nivel nacional y algunas variedades criollas cultivadas principalmente por pequeños productores del centro y sur del país-. Esta transferencia de tecnología fue un modelo a través del cual CINVESTAV-I 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 y que tenían posibilidades de ser adaptadas a variedades nacionales<sup>21</sup>.

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 de capacidad de procesamiento de los actores para el acceso a una tecnología como la agrobiotecnología (tanto para su desarrollo como para su utilización), en un país de menos desarrollo como México; especialmente si se trata del acceso de productores de menos recursos.

## 4.2. La segunda etapa

### 4.2.1. La 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 industrial a fines de 1994, al menos en papel<sup>22</sup>, pero se había dado marcha atrás en el patentamiento de 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 constituían 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 transgénica comercializada en el país fue un tomate de madurez retardada para consumo en fresco de la empresa Calgene de Estados Unidos<sup>23</sup> que fue autorizado por la Secretaría de Salud a principios de 1995<sup>24</sup> y pocas semanas después se autorizó su liberación en campo a nivel comercial<sup>25</sup>. Al poco tiempo, este tomate fue retirado del mercado internacional y nacional, por la

<sup>21</sup> 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).

<sup>22</sup> Se refiere a que apenas se empezaban a estructurar las instituciones de apoyo.

<sup>23</sup> Que después fuera adquirida por Monsanto.

<sup>24</sup> Se dio la autorización el 14 de febrero de 1995.

<sup>25</sup> La secretaria de agricultura autorizó su liberación en campo el 27 de marzo de 1995.

escasa aceptación de los consumidores norteamericanos, mercado al cual estaba destinado<sup>26</sup>. 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 de liberación a nivel piloto del algodón Bollgard en Tamaulipas. Cabe destacar que, 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<sup>27</sup>.

En el caso del tomate, la empresa Calgene estableció relaciones estrechas con productores del estado de Sinaloa<sup>28</sup> desde que inició la realización de pruebas de campo en México. Estos productores cultivan tomate en grandes extensiones de terreno, cuentan con un alto nivel de tecnificación y exportan gran parte de su producción a Estados Unidos. De ahí que, aunque había incertidumbres respecto a las diferentes posibilidades de proteger la propiedad intelectual de este desarrollo en México, la tecnología tenía diferentes tipos de protección en Estados Unidos<sup>29</sup>, mercado al que estaba dirigido el producto.

En ese sentido, el acceso a la tecnología no representó problema para estos productores -aunque no estuviera totalmente definido el marco regulatorio- ya que no era esperable que infringieran DPI, so riesgo de no poder seguir exportando su producción a Estados Unidos y, por otro lado, estaban acostumbrados a pagar altos precios por semilla de buena calidad. Sin embargo, el producto fue retirado del mercado al no tener el éxito comercial que se esperaba en Estados Unidos. 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<sup>30</sup>, 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 de tomate 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).

---

<sup>26</sup> De hecho, hasta el momento de cerrar la redacción de este capítulo –segunda mitad de 2001- las autoridades de agricultura solo habían liberado a nivel comercial dos productos, tomates de madurez retardada ambos, uno de Zéneca y el otro de Calgene.

<sup>27</sup> Se refiere a los 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, que se verán con mayor detalle en el capítulo 6.

<sup>28</sup> Sinaloa es el estado donde se produce más tomate en el país.

<sup>29</sup> La construcción genética para la característica de madurez retardada, marcas registradas de la planta (Flavr Savr) y del fruto (McGregor).

<sup>30</sup> Claramente etiquetado como OGM.

Lo anterior ilustra la complejidad de factores, actores e interacciones que han estado presentes en la creación del mercado de tomates transgénicos en México y su vulnerabilidad a los vaivenes de la percepción pública internacional. También muestra que algunos cultivos transgénicos 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 y puede verse con más detalle en el capítulo 5 con el caso de la papa resistente a virus.

Es importante destacar que 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<sup>31</sup> mientras que el marco regulatorio en aspectos de bioseguridad no contaba aun 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 tecnológico y económico, el riesgo asociado al desarrollo de una tecnología disminuye sustantivamente desde el momento en que se protegen los aspectos de propiedad intelectual. Por otro lado, en el caso de desarrollos acerca de los cuales se perciben riesgos en cuanto a su seguridad, se dice que las decisiones de comercialización se verán retrasadas 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 a las agrobiotecnologías.

Una posible interpretación acerca de porqué las indefiniciones en aspectos regulatorios que existían en el país a principios de esta primera etapa no fueron un obstáculo para el acceso a estas tecnologías es que, en la época en que se inició la comercialización del tomate de madurez retardada en el país, este no era percibido como riesgoso para la salud o el ambiente<sup>32</sup>, tampoco había un debate en torno a 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<sup>33</sup>. Por otro

---

<sup>31</sup> 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).

<sup>32</sup> De hecho aunque se habían utilizado técnicas de ingeniería genética, el gene modificado era del propio tomate, de allí que no fuera un producto transgénico.

<sup>33</sup> Lo que si había era gran interés de la academia por terminar de armar un marco regulatorio en materia de bioseguridad en el país.

lado, el producto no estaba destinado al mercado nacional, si no a la exportación, precisamente al país donde se había desarrollado la tecnología; y allí había sido aprobado su consumo y su cultivo un año antes<sup>34</sup>.

En lo que respecta a propiedad intelectual, como ya se señaló, si bien en México se había dado marcha atrás en el patentamiento 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 si 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<sup>35</sup>. Por otro lado, como se verá en el capítulo 6, los aspectos de propiedad intelectual fueron resueltos de manera muy ingeniosa por la empresa (Monsanto) a través 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<sup>36</sup>, pero también por el hecho de que los productores de algodón *per se* no guardan semilla de un ciclo a otro, porque esta se maltrata en el proceso de despepite<sup>37</sup>. Además, algunas de las disposiciones adicionales en materia de bioseguridad 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 algodón transgénico 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 nivel 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, si había una serie de procedimientos que se habían venido

---

<sup>34</sup> El tomate de madurez retardada de Calgene se había sometido a una serie de pruebas de tipo voluntario en Estados Unidos para demostrar su inocuidad para consumo humano.

<sup>35</sup> De hecho, como se verá en el capítulo 6, en los foros en que se presentaban los resultados del cultivo del algodón, era notorio el buen manejo que las autoridades sanitarias regionales le estaban dando a los programas de manejo de resistencias.

<sup>36</sup> Si la empresa tomó la decisión de proteger el algodón como secreto industrial, debe ser porque aun no le conceden en México la patente por la construcción genética utilizada.

<sup>37</sup> 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 conteniendo 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 conocido como "Terminator".

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 quien correspondían evaluaciones que tienen que ver con el ambiente y la práctica agrícola, como pueden ser las relacionadas con los programas de manejo de resistencias<sup>38</sup>.

Ante la no participación de las autoridades ambientales a nivel 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 en el capítulo 6.

De igual suerte, es importante resaltar que, 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, la 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 jugado por la empresa Monsanto. La vigilancia en aspectos de bioseguridad que ha realizado esta empresa difícilmente podría ser abordada por empresas o instituciones de menor envergadura y eso es algo que se tendrá que tomar en cuenta en el momento de establecer y poner en operación nuevas medidas regulatorias, como se verá en la tercera parte de este capítulo y 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<sup>39</sup>. Para el caso de pruebas a nivel piloto se establecieron medidas adicionales de bioseguridad a la norma, las cuales fueron 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 estricta que cualquier otro cultivo no transgénico, tanto por parte de las autoridades

---

<sup>38</sup> 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).

<sup>39</sup> NOM-056-FITO-1995, publicada el 11 de julio de 1996.

responsables de la sanidad vegetal en el país (DGSV), las empresas responsables de la introducción, otras dependencias competentes a nivel estatal y federal, así como por los productores y sus asociaciones. Esta vigilancia tiene el propósito de obtener los elementos que le permitan a DGSV autorizar o no su liberación comercial en el país<sup>40</sup>. Dicha vigilancia 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 algodonereros- de alternativas que mejoraran la situación de crisis en la que estaban inmersos después de más de una década de políticas neoliberales<sup>41</sup>. Por otro lado, algunos programas y apoyos -en el marco de esas políticas neoliberales- que en el caso del algodón buscaban lograr economías de escala, compactar áreas productivas e incorporar tecnologías de punta (Cárdenas, *et al*:44). Los apoyos gubernamentales -como se verá en el capítulo 6- fueron muy importantes para la utilización ampliada de este producto en el país.

#### 4.2.2. La protección de las variedades vegetales

Como se señaló, las modificaciones en materia de propiedad intelectual de 1994 excluyeron del patentamiento a las plantas; pero de acuerdo a TRIPs y TLC, 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 los aspectos relacionados con la protección de las obtenciones vegetales fue largo<sup>42</sup> 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 las principales instituciones de investigación pública, empresas semilleras y empresas agrobiotecnológicas y sus asociaciones, productores y sus organizaciones, funcionarios gubernamentales, académicos interesados en la formulación de políticas, etc.

---

<sup>40</sup> La 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 esta ha sido autorizada (ver 3.13 del Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-FITO 2000).

<sup>41</sup> 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 un 28 por ciento..." (1995:21).

<sup>42</sup> En realidad fue iniciado desde 1992 (SNICS, 1999:1)

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 a si la protección debía ser acorde a UPOV 78<sup>43</sup> o a UPOV 91<sup>44</sup>.

Según una serie de entrevistas realizadas por González, a algunos actores importantes que participaron en el proceso, la decisión a favor del Acta de UPOV 78 era más acorde con el nivel 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 a UPOV 78. A continuación se asienta uno de los puntos que causó mayor controversia:

Excepciones al derecho del obtentor (SNICS, 1999:1):

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.

---

<sup>43</sup> Se refiere al Acta de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales de 1978.

<sup>44</sup> Se refiere al Acta de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales de 1991.



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

Lo anterior explica, al menos en parte, porqué para los complejos agrobiotecnológicos 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 donde renuncia de manera voluntaria a ambos privilegios. Lo anterior es posible porque dichos privilegios fueron incluidos en la Ley Federal de Variedades Vegetales como excepciones al derecho del fitomejorador, por lo que no constituyen derechos irrenunciables<sup>45</sup>.

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 en el caso de 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, etc. De igual suerte han echado mano de sistemas de protección tecnológica *ad hoc* como en el caso del algodón<sup>46</sup>. Pero muy especialmente, los grandes complejos agrobiotecnológicos están seguros de que además del monopolio temporal que les otorgan los DPI, los sistemas 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

---

<sup>45</sup> Comunicación personal con M. C. Victor Morales Lechuga.

<sup>46</sup> Se refiere a que la semilla se maltrata en el proceso de despepitar, además de que a través del contrato el agricultor entrega sólo a despepitadoras designadas por Monsanto.

opciones locales. De ahí porqué los productores que adquieren la semilla transgénica en el país renunciaran con facilidad a los privilegios del fitomejorador y del productor.

Durante 1994, año en que había una gran efervescencia a nivel nacional 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 a 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 de que las grandes empresas semilleras concentrarían la producción y distribución de semillas en mercados rentables y se pensaba que tanto los derechos de protección de las obtenciones vegetales, las patentes, las marcas y los secretos industriales serían los elementos que establecerían la posición competitiva de dichas empresas. Pero también se pensaba 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 implementar estrategias para proteger y explotar DPI (1997:574).

Por lo anterior este 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 este investigador era de que si la capacidad innovativa 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 en el caso de la agrobiotecnología. Aunque dada la incipiente comercialización de los OGM en el país, es aún prematuro afirmar que en el país 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.

Como se vio en el capítulo 3, 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 posibilidades de apropiación a través de DPI- empezó a tomar proporciones tan importantes a lo largo de esta segunda etapa, que hacían prever que en poco tiempo habría sólo 4 ó 5 grandes complejos agrobiotecnológicos en el mundo orientados a la generación de innovaciones rentables protegidas por DPI, en donde las empresas semilleras eran un elemento más<sup>47</sup>. (Kalaitzandonakes y Bjorson, 1997; Shimoda, 1997).

Pero este fulgurante desarrollo de los complejos agrobiotecnológicos en el mundo, como se señaló en el capítulo 3, pronto se vio frenado por retrasos en la comercialización de los OGM. A nivel internacional, 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, en el nivel nacional los aspectos de bioseguridad en esta etapa todavía constituían una preocupación fundamentalmente académica y en menor medida gubernamental, como se verá a continuación.

### 4.2.3. La 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 previos a la publicación de la norma<sup>48</sup> los requisitos establecidos en la misma 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

---

<sup>47</sup> Pero así como los DPI habían llegado a ser un elemento de competitividad en la industria de semillas, las semilleras eran un elemento muy importante para que el complejo agrobiotecnológico controlara cualquier posible infracción de los DPI en el campo.

<sup>48</sup> Se refiere a la NOM-056- FITO-1995.

bioseguridad tanto del CNBA como de la norma estaban enfocadas a la protección del medio ambiente y no se privilegiaba el análisis costo/beneficio; así, aun en el caso de que el 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 el enfoque de la regulación en bioseguridad era el impulso a las oportunidades de negocio, el enfoque de México estaba más orientado al medio ambiente mientras que en Canadá el enfoque 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 (Ver recuadro). 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 entre los tres países en materia de los recursos que destinaban a las evaluaciones y la manera en que organizaban los diferentes elementos cuya participación se consideraba importante en aquel entonces para la regulación de la bioseguridad: 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 los otros países, ni mucho menos el nivel de coordinación.

Hasta principios de mayo de 1997, las dependencias gubernamentales que trabajaban los aspectos regulatorios 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<sup>49</sup>. Los aspectos ambientales en la regulación tampoco eran 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<sup>50</sup>–, 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. De ahí

---

<sup>49</sup> 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 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).

<sup>50</sup> Para mayor detalle ver el caso del algodón resistente al ataque de insectos en el capítulo 6.

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 continuación se destacan los retos que representan los aspectos de bioseguridad para el maíz en México.

#### 4.2.3.1. El maíz transgénico y la 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 -aún a nivel experimental-, 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 de 1993 -año en que se realizaron las primeras pruebas con plantas de maíz transgénico- hasta principios de 1999 -cuando se suspendió la realización de pruebas de campo con este cultivo-.

Por la importancia de este cultivo para México y las posibles consecuencias para el país y 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 para discutir estos aspectos. El resultado del foro 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 a 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 sobre maíz transgénico organizado por la North American Plant Protection Organization (NAPPO)<sup>51</sup>, el CNBA y

---

<sup>51</sup> 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.

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 materia de bioseguridad 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 el maíz transgénico, sería muy difícil para México controlar cualquier posible desviación de ese maíz importado hacia la siembra., ante esta situación los resultados de este 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 estaban siendo 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 maíz transgénico 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 de maíz transgénico. En efecto, en el año 2000, cerca de 150 organizaciones ambientalistas, organizaciones rurales, sociedades de solidaridad social y sociedades de producción rural, demandaron un alto a las importaciones de maíz transgénico y publicaron el manifiesto en diferentes periódicos de circulación nacional.

Asimismo, la situación respecto al maíz transgénico en México ha sido objeto de preocupación de dos actores de reciente creación en el panorama regulatorio del país: La Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) y su consejo asesor (CCB). Este último, integrado por académicos de alto nivel en el país que han constituido grupos de trabajo especiales para revisar la problemática del maíz transgénico.

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 en el país 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, etc.

Sin embargo, detener la experimentación con maíz transgénico, 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 los productos transgénicos (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 de 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 biotecnología<sup>52</sup>, estos autores al 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; y
- establecer una atmósfera para innovación que incluyera no solamente apoyo para investigación académica, si no también un marco regulatorio completo que promoviera la confianza de inversionistas interesados en desarrollar aplicaciones comerciales (Gálvez *et al*, 1999:72).

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, misma 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 si no 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<sup>53</sup>, 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, etc.), si no que en ocasiones se contraponen." (1998:80).

---

<sup>52</sup> 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.

<sup>53</sup> Ver capítulo 3.

Estos 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 se mejoraba la capacidad de los consumidores y usuarios de la agrobiotecnología para tomar decisiones bien informadas sobre los riesgos y beneficios que esta ofrecía, la posibilidad de los nuevos actores para influenciar el acceso a través de aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad, se daría -en gran medida- como respuesta a las investigaciones, preocupaciones y problemáticas de países de más desarrollo. En consecuencia, las posibilidades de los nuevos actores de orientar a la agrobiotecnología para que respondiera a objetivos e intereses locales serían muy limitadas.

#### **4.2.3.2. Los compromisos internacionales 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<sup>54</sup> del cual se derivaría posteriormente el Protocolo Internacional de Bioseguridad. Como se vio en el capítulo 3, entre los mandatos derivados de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río en 1992, se propuso la creación de un Protocolo Internacional de Bioseguridad como un instrumento legalmente vinculante para la regulación del movimiento transfronterizo de organismos vivos manipulados genéticamente entre las partes firmantes. Para implementar el artículo del Convenio sobre Diversidad Biológica que dio lugar al protocolo<sup>55</sup>, en 1995 se formó un grupo de trabajo a nivel internacional –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).

---

<sup>54</sup> Publicado en el DOF el 7 de mayo de 1993

<sup>55</sup> 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.



Es importante destacar que 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 en bioseguridad, durante algún tiempo, varias de las dependencias del gobierno mexicano 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 bioseguridad-, 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 lo señalado en el capítulo 2 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 y la promoción y el control de la tecnología.

### **4.3. La tercera etapa**

#### **4.3.1. La participación de nuevos actores**

Hasta fines 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 no 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 en el país hacia el tema y marcó un incremento gradual en la participación y nivel de coordinación de asociaciones de productores de menos recursos y ONG ambientalistas hacia la bioseguridad en México.

En este acto GreenPeace citó a los medios de comunicación en el Ángel de la Independencia de la Cd. 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 de comunicación 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 los productos transgénicos ha sido alta y ha superado muchos esfuerzos de funcionarios, investigadores y empresarios.

Lo anterior no es de extrañar, ya que 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 que estaban preocupadas por los posibles riesgos de los alimentos transgénicos, se generó una mayor acción social y una mayor comunicación entre las diferentes ONG; para lo anterior ha sido muy importante el correo electrónico y el Internet. A mediados de 1999, con motivo de la realización de un seminario organizado por el Senado de la República y Cambiotec<sup>56</sup>, empezó a ser muy notorio el interés y temores de diversas ONG 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<sup>57</sup>.

Es importante destacar que en 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 agrobiotecnología como una herramienta importante en su estrategia de desarrollo futura. Las controversias en Europa en torno a los OGM se estaban agudizando, especialmente en Inglaterra, donde Maseca estaba por inaugurar una planta para la elaboración de productos derivados de maíz y empezaba a enfrentarse oposición organizada en México, especialmente contra la importación y utilización de maíz transgénico; de ahí que pocos meses después, Maseca diera marcha atrás con la inclusión de la agrobiotecnología en su estrategia de desarrollo.

#### **4.3.2. 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 21 investigadores de diversas instituciones públicas y universidades del país, en donde se recomendaba de manera

---

<sup>56</sup> Se refiere al Seminario Consideraciones Nacionales para la Regulación en Bioseguridad, Senado de la República/Cambiotec, México, D.F. 2 de junio de 1999.

<sup>57</sup> Liza Covantes, comunicación personal.

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. Asimismo, se recomendaba la creación de un organismo que tenga 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, 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, que está integrado por científicos de reconocido prestigio y experiencia, la CIBIOGEM dista de ser un organismo con las características asentadas en el párrafo anterior. Por el contrario, por los tiempos políticos en que fue creado<sup>58</sup> y los intereses tan controvertidos que actualmente existen en el campo de la bioseguridad en el país<sup>59</sup>, 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<sup>60</sup>. Tampoco ha logrado ganar credibilidad como órgano coordinador en materia de bioseguridad, 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 presente desconfianza a nivel subliminal, la confianza del público no puede ser ganada a través de información sólida -como pueden ser los resultados de estudios científicos-, lo anterior 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, la investigación realizada en torno al algodón transgénico en esta tesis 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 la labor que han

---

<sup>58</sup> Fines de sexenio.

<sup>59</sup> Dependencias gubernamentales involucradas, empresarios agrobiotecnológicos y sus asociaciones, ONG ambientalistas, organizaciones de grandes productores y de pequeños productores, académicos, partidos políticos, etc

<sup>60</sup> Ver Bolívar, 2001:108.

realizado estas dependencias en torno al algodón transgénico sea percibida con desconfianza sin profundizar en los esfuerzos realizados por los individuos involucrados en las tareas de evaluación y vigilancia de este cultivo.

### 4.3.3. Las iniciativas de ley en bioseguridad

En la segunda mitad de 1999 surgió una iniciativa de ley en bioseguridad del Partido Verde Ecologista de México<sup>61</sup>, 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, etc;<sup>62</sup>; tales deficiencias dieron como resultado que la iniciativa de ley fuera retirada del proceso de consulta en donde estaba siendo revisada.

En octubre de 1999 y como resultado de un foro de consulta en biotecnología organizado por la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería<sup>63</sup>, 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 retomó esta iniciativa lo que no deja de llamar la atención, ya que una encuesta realizada a 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 regulación vigente para los organismos transgénicos y no se pensaba que esta 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 (Aemi, 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, -especialmente en materia de bioseguridad- que había en el país desde 1999. Su abandono en la siguiente legislatura manifiesta la necesidad de avanzar en cuestiones democráticas, más allá de lo electoral.

---

<sup>61</sup> Iniciativa de Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

<sup>62</sup> Ver Chauvet y González, 1999.

<sup>63</sup> 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.

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 una ley. La primera, defendida por algunos diputados del PAN de la Comisión de Medio Ambiente de la mencionada LVII Legislatura -que era quienes habían encargado su elaboración y cuyo encargo 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 complejos agrobiotecnológicos con representación en el país: Agrobio, así como por algunos académicos del área de biotecnología. Cabe destacar la pertinencia de haber conceptualizado en el capítulo 2 a 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 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 opinión de quien realiza esta investigación la cuestión 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<sup>64</sup>.

Lo anterior es especialmente importante si se reconoce el carácter dual de la bioseguridad como principio político y como principio de reestructuración, señalado desde el capítulo 2 de esta tesis.

---

<sup>64</sup> 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.

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).

A continuación se presenta un evento de gran relevancia en el proceso de formación de oposición antitransgénicos en México. El Primer Foro Nacional de Biotecnología y Bioseguridad en la Agricultura en México que puede ser visto como el *locus* en donde se generaron visiones compartidas entre diversas ONG y lo que es más importante, se generaron propuestas en materia regulatoria.

#### **4.3.3.1. La 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 es 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 biotecnología y bioseguridad, cosa que no se había logrado con anterioridad.

Por ser reconocida como una ONG ambientalista de gran peso en el debate sobre bioseguridad, la CIBIOGEM le extendió una invitación a GreenPeace para asistir al foro, a lo cual esta organización reaccionó públicamente denunciando, -5 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 debè tener presente este compromiso" (GreenPeace, 2001a).

Previo a la realización del evento, GreenPeace convocó a diversas organizaciones para que acudieran a 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 foro, ya fuera porque no tenían registro o porque no llevaban saco y corbata –con falta de sensibilidad política el evento fue organizado en un sitio que no permitía el acceso a quienes no llevaran saco y corbata, restricción que se aplicó incluso a algunos ponentes-.

De ahí que haya habido gran indignación entre las organizaciones convocadas por GreenPeace quienes en conferencia de prensa, expresaron que "las aplicaciones biotecnológicas en la agricultura y la alimentación plantean cuestiones de interés y seguridad nacional, que no fueron suficiente 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 pública de una agricultura ecológicamente sustentable y alimentos sanos para todos(as) los(as) mexicanos (as).

Con respecto a 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 los que se oponían y los que estaban a favor de la ingeniería genética no estaba delineada 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 (Aemi, 2001:14). Después de un foro con las características que tuvo éste la discusión se polarizó.

#### 4.3.4. El 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 en abril de los corrientes; a diferencia de las medidas de bioseguridad establecidas para la liberación piloto donde no se incluía la consulta al público y a las ONG –lo que se puede ver con mayor detalle en la segunda etapa del capítulo 6-, el nuevo anteproyecto de norma incluía la consulta con el público y las ONG respecto a 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 precaución<sup>65</sup> 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 medio 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 como se puede ver en la figura 6.5 en el capítulo 6.

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 llevó a reflexionar –a quien realizó esta investigación- acerca de que los posibles efectos negativos en el ambiente y en la práctica agrícola podrían ser graves e irreversibles si no se

---

<sup>65</sup> Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.



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- mismos que debían atender tanto los aspectos relacionados con la capacidad de los actores para manejar la tecnología, como sus interacciones. Esta reflexión ayudó a construir la tercera hipótesis.

La participación de 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 anterior cobra 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 información<sup>66</sup> 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 y es el 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 en 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 medio ambiente y de la biodiversidad coexistan en el futuro (2000:94).

A continuación se presentan, de manera más detallada, las hipótesis que han sido la base de esta investigación y que surgieron del marco de análisis presentado en esta primera parte de la tesis.

---

<sup>66</sup> 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 Abierta al Tiempo de la UAM, misma que se canceló.

#### 4.4. Las hipótesis de la investigación

Al plantear la problemática a ser abordada en la investigación se destacó que el interés de la misma era estudiar tanto los efectos de la propiedad intelectual, como de la bioseguridad, en el acceso a la biotecnología agrícola de los diferentes actores que participan a lo largo de su desarrollo y uso. En ese contexto, se formularon tres hipótesis de tipo genérico, la dos primera se contrastaron a lo largo del proceso de desarrollo y uso tanto de biotecnologías agrícolas en general, como para los casos específicos. La hipótesis 3 es una suposición que tiene que ver con el futuro y se estableció a partir de las dos primeras hipótesis. El análisis se planteó para periodos definidos de tiempo; el abordaje debía permitir, a su vez, establecer supuestos explícitos en la construcción de escenarios para apoyar la tercera hipótesis.

Para su contrastación cada una de las hipótesis fue desglosada y especificada y se operacionalizaron los principales conceptos y variables, a saber:

La delimitación del espacio físico geográfico –que se señaló desde el título de la investigación- fue la República Mexicana. De igual suerte y por ser la biotecnología agrícola un campo multidisciplinario que involucra un gran número de tecnologías genéricas -con diferentes grados de complejidad científica y tecnológica, que pueden ser aplicadas en una amplia gama de actividades económicas- se estableció una definición de este campo tecnológico que permitiera delimitarlo. Es importante aclarar que en la definición se incluyó solamente el desarrollo y uso de biotecnologías agrícolas basadas en ciencia. Estas tecnologías requieren del concurso de múltiples actores que desarrollan una parte del conocimiento, es decir, que procesan una parte de la tecnología, y la pasan a otros actores que continúan con el proceso. Las biotecnologías analizadas utilizan tecnología de ADN<sub>r</sub>, que es la que está en el centro del debate por los posibles riesgos que pueden representar los productos transformados con esta técnica.

Por otro lado, las variables cuyos efectos en el acceso fueron analizados se trataron de manera independiente, es decir, no se midió la relación entre ambas. Además, estas variables incluyeron diferentes formas de protección (propiedad intelectual), así como métodos, procedimientos y normas (bioseguridad), que son específicos -la mayor parte de las veces- a las actividades que realizan los diferentes actores: tal es el caso de los métodos y procedimientos en materia de bioseguridad que se utilizan a nivel laboratorio, de liberación en campo, a nivel experimental, piloto y comercial. Lo mismo sucede en cuanto a las formas de protección de la propiedad intelectual. Así, una misma tecnología, dependiendo de la actividad que se realice, puede involucrar transferencia de conocimiento protegido como secreto, patentes, derechos de obtentores vegetales, secretos industriales, etc.. Los actores involucrados en estas interacciones también pueden ser diferentes.

Por su parte, el concepto de acceso de los actores a la agrobiotecnología se caracterizó como intencional e informado y para su operacionalización se consideró como una variable relacional dependiente de una propiedad no relacional de los actores de la red, -esto es, de la capacidad de procesamiento del actor-, como también de la disponibilidad de la tecnología.

A su vez, la capacidad de procesamiento del actor fue operacionalizada como el resultado de comparar los recursos y organización requeridos por el actor para procesar la tecnología *versus* con los que realmente contaba. Si los actores tenían acceso a la tecnología, la red se iba articulando. La unidad básica para el análisis fue así la relación entre dos actores: la díada; misma que representaba, pues, el acceso de los diferentes actores a la tecnología en cuestión, en tanto que los actores fueron conceptualizados como procesadores de intermediarios. Con estos elementos se contrastaron las siguientes hipótesis:

#### 4.4.1. Hipótesis1

**H1.- De acuerdo con la perspectiva adoptada, 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 bioseguridad afectarán el acceso de grupos importantes de actores. Especialmente, pueden quedar excluidos del acceso a esta tecnología aquellos actores que tengan deficiencias en recursos y en organización para manejarla (aspectos relacionados con capacidad de procesamiento del actor tanto a nivel intra como interinstitucional) como son las semilleras locales y los pequeños productores.**

Lo anterior, que podría parecer de sentido común, no lo es ya que existen algunos planteamientos generalizados tales como: el que dicha tecnología está contenida en la semilla y que en consecuencia no se requiere de mayor capacitación para su utilización; o bien, investigaciones y propuestas que -por no tomar en cuenta ambos componentes del acceso- arrojan resultados opuestos a esta primera hipótesis <sup>67</sup>: Esta hipótesis se ilustró con el caso papa -y con el caso algodón-. El análisis de los aspectos de propiedad intelectual y de bioseguridad en el acceso se hizo tanto a nivel de las capacidades de los actores involucrados como de sus interacciones. Se utilizaron enfoques de redes (ARS y redes sociotécnicas) complementados con aspectos descriptivos.

---

<sup>67</sup> Se refiere a los resultados obtenidos por Qaim (1998) y debatidos por Massieu *et al* (2000), para una delimitación geográfica y periodos de tiempo similares a los considerados en el caso de la papa transgénica.

#### 4.4.2. Hipótesis 2

**H2.- Si en el país no se refuerza la capacidad de procesamiento de los grupos movilizados para tomar decisiones bien informadas en materia de propiedad intelectual y bioseguridad y se establecen los marcos legales adecuados en ambos aspectos, de tal manera 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.**

Todo esto como resultado de la especificidad de los efectos de las agrobiotecnologías y del enfoque utilizado de considerar a los actores como procesadores de intermediarios y de que su articulación en la red dependía de esa capacidad de procesamiento:

Si se considera el tipo y complejidad de interacciones que implica el desarrollo y uso de la biotecnología agrícola, resulta de particular importancia reforzar la capacidad de los actores para generar, evaluar y tomar decisiones acerca de los posibles efectos que pueden tener la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso. Pero esto requiere de capacidades locales y de marcos socioinstitucionales y legales que permitan la anticipación o remediación de los efectos. Es en este marco que las interacciones establecidas entre los actores pueden llegar eventualmente a generar actores y subgrupos de éstos, con capacidad de guiar a la tecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio.

De ahí que se haya puesto énfasis en analizar tanto el tipo de intermediarios intercambiados como el marco legal e institucional en donde dichos actores y grupos estaban actuando. Un intercambio de intermediarios de tipo general y cosmético acerca de los posibles efectos de las agrobiotecnologías daría lugar a redes generales y cosméticas, con poca capacidad para guiar a la tecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio. Así, de no atenderse lo anterior, las posibilidades que tuvieran los nuevos actores para influir en el acceso a través de aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad, se darían en gran medida sólo como reflejo de las investigaciones, preocupaciones y problemáticas de países de más desarrollo y los grupos cohesivos y contrapesos generados no tendrían contundencia.

Esta segunda hipótesis se apoyó, a un nivel más general, en los capítulos 3 y 4, pero también se ilustró con los casos de papa y algodón. El análisis tomó como punto de partida a las redes de afiliación de actores a actividades importantes para el desarrollo y utilización de estas tecnologías, así como de redes de actores. En el caso de redes de afiliación, cada actividad fue vista como un *focus* donde podían surgir los enlaces entre actores y eventualmente visiones compartidas que orientaran

su actuación. Se puso énfasis en detectar si había aspectos en materia de propiedad intelectual y de bioseguridad que generaran esas visiones compartidas. En el caso de redes de afiliación, la participación de un actor en mayor número de actividades incrementaba sus posibilidades de ejercer un mayor control.

En el caso de redes de actores se visualizaron propiedades que surgían de la estructura de la red como ejerciendo influencia sobre sus miembros: la centralidad se asociaba con poder, pero en función del tipo de actividades realizado por los actores. Así, a lo largo del desarrollo y uso de una tecnología, había actividades como las relacionadas con su promoción y regulación, a través de las cuales los actores tendrían mayores posibilidades de guiar a la tecnología hacia ciertos objetivos: De manera especial se utilizaron medidas de cohesividad –que dan cuenta de influencia interpersonal y de posibilidades de generar sistemas- así como de equivalencias de tipo estructural que podían ayudar a interpretar el contrapeso que estaban ejerciendo algunos actores a lo largo del desarrollo y uso de esta tecnología (en ausencia de una estructura material como la propiedad del capital).

#### **4.4.3. Hipótesis 3**

**H3.- Si no se realizan cambios importantes en las actividades de regulación de la agrobiotecnología -más allá de los emprendidos hasta ahora en materia de propiedad intelectual y bioseguridad- que atiendan tanto los aspectos relacionados con la capacidad de los actores para manejar la tecnología, como las interacciones que deben establecer dichos actores, los posibles efectos negativos en el ambiente y en la práctica agrícola podrían ser graves e irreversibles.**

Se analizó la evolución de actores e interacciones en agrobiotecnología a nivel internacional y nacional poniendo especial énfasis en la influencia de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso (capítulos 3 y 4). Asimismo, algunos aspectos particulares de los capítulos de papa y algodón ayudaron generar los escenarios para esta tercera hipótesis. En ellos se apoya el análisis de la necesidad y posibilidades de ampliar la base de participación social en la biotecnología agrícola.



## SEGUNDA PARTE

### Estudios de Caso sobre acceso a biotecnología agrícola en México

En efecto, la capacidad o a la falta de capacidad de las sociedades para dominar la tecnología, y en particular las que son estratégicamente decisivas en cada período histórico, define en buena medida su destino, hasta el punto de que podemos decir que aunque por sí misma no determina la evolución histórica y el cambio social, la tecnología (o su carencia) plasma la capacidad de las sociedades para transformarse, así como los usos a los que esas sociedades, siempre en un proceso conflictivo, deciden dedicar su potencial tecnológico. (Castells, 1999:33).

El marco para el análisis de la primera parte permitió visualizar a la acción individual como afectada por estructuras sociales definidas explícitamente, así como algunas formas en que los actores -de manera individual o agregada- podían incidir en dichas estructuras. Con este marco, 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, durante la integración del marco para el análisis se destacaron las referencias a que "había factores que los actores no podían modificar o controlar" -más evidentes y difíciles de superar en el caso de países de menos desarrollo-. Esto llevó a la necesidad de reconocer que toda unidad de análisis está inserta en un sistema de nivel superior. Es decir, que un sistema debe ser tratado como una unidad dentro de un contexto (Bunge, 1996:368-392).

Para los casos de estudio de esta investigación se hace imprescindible tomar en consideración algunas características del contexto, que seguramente influyeron en el comportamiento de los actores en el caso del cultivo de la papa y del algodón. A continuación se presenta una breve caracterización del sector agrícola en México y se destacan algunas de las restricciones y oportunidades que enfrentaron los actores en los casos analizados.

Al conceptualizar en esta investigación el acceso a la tecnología, como el elemento que permitía articular las redes de desarrollo y uso de las agrobiotecnologías estudiadas, se le dio un gran peso a la capacidad de los actores para procesar las tecnologías en cuestión, especialmente si se quería que

el acceso a esta tecnología para los productores agrícolas, fuera intencional e informado. Pero esa capacidad se vio afectada como resultado de las políticas de estabilización y ajuste estructural implantadas desde los años ochenta, por ejemplo, los servicios públicos de extensión agrícola en México fueron afectados profundamente cuando pasaron a bufetes privados. Cabe aclarar que muchos de estos bufetes tuvieron que complementar sus ingresos conjuntando la asistencia técnica con la venta de insumos y privilegiando en consecuencia la utilización de ciertos productos.

Además, el adelgazamiento del gobierno en esa época no sólo fue en extensión<sup>1</sup>, también el presupuesto de su instituto de investigación<sup>2</sup> fue reducido abruptamente siendo precisamente la investigación la parte más afectada. Como resultado, el INIFAP dejó de desarrollar germoplasma y la empresa Productora Nacional de Semillas -que operaba con el germoplasma que INIFAP le transfería-, salió del mercado y sus productos fueron sustituidos por semillas de importación. A su vez, varios de los investigadores de INFAP fueron contratados por empresas trasnacionales que a menudo recibían el germoplasma que los investigadores habían desarrollado en su centro de trabajo.

Además de la I&D, hubo otros elementos importantes que fueron entregados a organizaciones de productores, tal fue el caso del manejo del agua y de los servicios de sanidad vegetal. Lo anterior aunado a procesos de apertura comercial y de políticas equivocadas que no consideraron que la producción agrícola mexicana en realidad competía contra los subsidios agrícolas de otros países, dieron como resultado que durante los ochenta se redujera la producción de cultivos como la soya, el cártamo, el algodón, etc. 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 de las zonas agrícolas ubicadas en el noroeste, norte y noreste del país en donde en los noventa se sembró el algodón transgénico. En estas zonas, dotadas con apoyos de diversa índole para la realización de actividades agrícolas, las organizaciones de productores manejaron con acierto, en general, los insumos que les habían entregado, lo cual constituyó una base importante para manejar la liberación piloto del algodón Bt, como se verá posteriormente.

---

<sup>1</sup> En 1982, los extensionistas agrícolas ocupados en el sector público federal pasaron de 11,000 técnicos a 14.

<sup>2</sup> Se refiere a INIFAP.



Por el contrario, en las zonas agrícolas de la Sierra de Puebla, dedicadas al cultivo de la papa, la falta de extensión agrícola desde entonces aunada a la carencia de inversión pública en infraestructura, de crédito y servicios de apoyo gubernamentales ha dado como resultado el paulatino desplazamiento de las variedades por ellos producidas, por variedades blancas producidas en otras regiones del país.

Otra de las medidas que tuvo impactos de consideración en la actividad agrícola mexicana fue la apertura comercial; sin embargo, aquí también hubo reacciones diferentes entre los actores, que condujeron a repercusiones diferenciadas de esa política comercial. Pero en el caso de la papa esta afectó de manera más negativa a los productores de menos recursos económicos como son los de la Sierra de Puebla. Cabe señalar que tanto el algodón como la papa son producidos para el mercado, sujetos a competencia de tipo internacional; pero en el caso del algodón, el impacto del precio internacional en las decisiones de siembra de los agricultores ha sido determinante en 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 para la protección de la propiedad intelectual tendientes 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 y aunque en general los cambios 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 posteriormente el manejo de medidas de bioseguridad en el caso del algodón.

Como se verá a continuación, el marco para el análisis utilizado permitió identificar la influencia de estos factores en los casos estudiados y de manera especial 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.

## 5. La Papa resistente a virus PVX y PVY

Desde 1990, en diversos estudios a nivel internacional, se destacaba que la orientación de la biotecnología en países de menos desarrollo se veía influenciada 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 los países de menor desarrollo (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 primer iniciativa, y la más avanzada en el país, para volver realidad la promesa de la biotecnología de contribuir a la dinamización de sectores primarios en países de menos desarrollo, al menos eso afirman sus proponentes. Se trata de un proyecto que ha seguido el camino recomendado por diferentes analistas<sup>3</sup> para lograr que agrobiotecnologías genéricas<sup>4</sup>, sobre las que alguien ostenta algún tipo de propiedad, puedan beneficiar a los campesinos más desprotegidos en países de menor grado de desarrollo (Qaim, 1998:35-36; Qaim, 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<sup>5</sup>.

Cuando una tecnología no es del dominio público -se encuentre o no protegida por DPI- un camino para obtenerla es negociar por ella, otro más tardado sería desarrollarla. En el caso de la agrobiotecnología 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 menos recursos. Las tecnologías 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).

El análisis de los aspectos relacionados con el acceso a la tecnología, especialmente los de propiedad intelectual, es de gran relevancia, ya que estos pueden limitar, de entrada, las posibles aplicaciones a desarrollar, como fue el caso de este proyecto. La importancia de los aspectos de

---

<sup>3</sup> 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 en estas políticas de desarrollo fue el de orientarse a 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).

<sup>4</sup> Por ejemplo, para este caso de papa resistente a virus la tecnología genérica se refiere a los genes de la cápside 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 de papa.

<sup>5</sup> Una aplicación específica de la tecnología de papa resistente a virus sería parte de lo que CINVESTAV-IPN hizo en este proyecto, al adaptar la tecnología de resistencia a virus a variedades de interés nacional.

bioseguridad por su parte, radica en que a través de ellos se puede no solo 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 los aspectos de propiedad intelectual y 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, quienes como ya se señaló, deben establecer cómo se van a allegar los recursos para manejar las nuevas agrobiotecnologías y quién va a pagar por ellos (Álvarez, 2000:93-94; Cohen *et al*, 1999:1-2; Pinstup-Andersen, 1999:1-2).

A continuación se analizan los efectos de los aspectos de propiedad intelectual y 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 desarrollada por CINVESTAV-I. A lo largo de este capítulo se identifica a los actores que han tenido mayores posibilidades en influenciar la orientación de esta aplicación tecnológica reconociendo que al englobar una serie de tecnologías genéricas, el que la biotecnología se tome en un milagro o en una amenaza dependerá en gran medida de cómo sea usada y controlada (B&D Monitor, 1990:24; B&D Monitor, 1991:24).

La delimitación en el tiempo para este caso abarca desde principios de los noventa hasta la segunda mitad de 2001<sup>6</sup>. A lo largo de un poco más de una década, los actores que participaron 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.

## **5.1. La producción de papa en el país y las enfermedades virosas**

La papa constituye un cultivo sobresaliente en el país –como lo es a nivel mundial- cabe señalar que 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<sup>7</sup>, toda vez que combina carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales y diversas vitaminas como la A, C, G y complejo B-; y, 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).

---

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> La papa ocupa el primer lugar en cuanto al rendimiento de proteínas vegetales por hectárea (ASERCA, 1998:3-4).

Conviene destacar que se tienen identificadas, a la fecha, más de mil variedades en todo el mundo; mismas que se pueden clasificar en variedades industriales, variedades para el consumo en fresco y las llamadas "variedades finas". En el país se cuenta con numerosas variedades – más de cien- dentro de las que destacan la denominada Alpha –con más del 40% de la superficie nacional cosechada y más de la mitad de la producción nacional del tubérculo-, así como también las importadas y las desarrolladas y liberadas en el país<sup>8</sup>.

El cultivo en cuestión se ha extendido en gran parte del territorio nacional –para alcanzar más de 65 mil hectáreas sembradas desde mediados de la década de los noventa-, al grado de representar una producción de alrededor de 1.5 millones de toneladas en el año de 1999 (ver Cuadro C.5.1. en el anexo estadístico); cifra -esta última- que comparada con la alcanzada en el año anterior –1.3 millones de toneladas de papa- representa un incremento relativo de 14.6%. Por otra parte, la producción de papa refleja rendimientos dispares a lo largo del periodo analizado, pero con una tendencia a incrementarse (ver Cuadro C.5.3. en el anexo estadístico), asimismo muestra disparidades en cuanto a los distintos ámbitos en los que se cultiva, resultado de diferencias en 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, en otras zonas es común observar rendimientos de alrededor de 7 toneladas por hectárea (Qaim, 1998:40).

De acuerdo con una agrupación convencional de las entidades federativas del país, el 51.3% de la producción del año agrícola de 1999 -aproximadamente 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 entidades que se agrupan 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 en el periodo de referencia, lo que representó el 48.7% del total nacional (ver Cuadro C.5.2. en el anexo estadístico).

Por otra parte, cabe destacar que el ritmo de crecimiento de la producción nacional de papa durante el periodo 1990-1999 fue de 1.5% cifra que puede considerarse baja (ver Cuadro C.5.5. en el anexo estadístico); lo anterior como reflejo de las variaciones en la superficie sembrada y cosechada – considerando, incluso, niveles de siniestralidad en algunas áreas durante 1993 y 1994, años en que

---

<sup>8</sup> En 1991 se reportó que el INIFAP, contaba con 1,000 valiosas especies silvestres del género *Solanum* (Marks *et al.*, 1991:158).

registró los menores niveles la superficie cultivada-, lo que resulta indicativo, entre otros factores, de las dificultades para abrir nuevas áreas a la producción, pero también muestra los incrementos registrados en cuanto a rendimientos que se han logrado, principalmente, en los estados que integran la región norte. Conviene señalar que en esta región 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, etc.

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 de registrar decremento en la producción del tubérculo, el estado de Sinaloa ha mantenido el primer lugar en el país; situación similar se presenta en el estado de México el cuál conserva a lo largo de la década el segundo lugar –las participaciones en la producción nacional variaron de 20.2 a 15.4% para Sinaloa; y de 14.7 a 11.4% para el estado de México, respectivamente-. Por lo que se refiere al estado de Puebla, resalta el comportamiento mostrado en el periodo de análisis, ya que baja del tercer lugar a nivel nacional que registraba en 1990 al noveno en 1999, como resultado de un decremento promedio anual de 9.6%, habiendo sido desplazado de ese sitio –el tercer lugar- por el estado de Chihuahua cuya dinámica ascendió a 15.3% promedio de crecimiento anual, pasando de representar el 3.3% de la producción global en 1990 al 10.6% en 1999<sup>9</sup>. De manera similar al estado norteño, los estados de Guanajuato, Michoacán, Nuevo León y Sonora incrementaron su participación en la producción nacional como resultado de un crecimiento promedio anual mayor al registrado a nivel nacional durante la década, 4.1%, 7.8%, 5.2% y 7.5%, respectivamente (ver Cuadros C.5.5. y C.5.6. en el anexo estadístico).

En resumen, y sin dejar de considerar los diferentes factores que intervienen en la producción de papa en México, cabe señalar que, durante el periodo analizado, entre las regiones centro y sur y la región norte se modificaron los niveles de participación y se invirtieron 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 federativas de las regiones central y sureña. Lo anterior 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 incrementar sus

---

<sup>9</sup> Los datos estadísticos disponibles no permiten profundizar en el análisis, pero los incrementos que se presentan en el estado de 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).

rendimientos. De ahí la importancia de buscar soluciones a este tipo de presiones las cuales empiezan a afectar principalmente a los productores de menores recursos.

A principios de los noventa, cuando se inició el proyecto de papa resistente a virus de CINVESTAV-I, la papa era una de las principales hortalizas producidas tanto en riego (69% de la producción nacional y 52% de la superficie cosechada) como en temporal; lo anterior debido a sus altos rendimientos, a que sus precios podían llegar a ser atractivos, a su alto valor nutricional y a su aceptación por los consumidores (Biamés *et al*, 1995:4).

Desde ese entonces se sabía que la producción comercial a nivel nacional de este cultivo era gran consumidora de agroquímicos que ocasionaban fuertes problemas ambientales. Así, en 1991 se reportaba que este cultivo consumía casi el 20% del total nacional de fungicidas agrícolas, siendo que su superficie representaba menos del 0.5% 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 menores daños al ambiente. Ambos impactos en el cultivo de la papa fueron buscados a través del proyecto CINVESTAV-I como se puede ver en el punto 5.4.1.2.

El cultivo de la papa ya estaba muy extendido en el país desde esa época, bajo diferentes condiciones ecológicas, sociales y económicas; con fuertes diferencias, entre ellas, como ya se señaló anteriormente. Al cultivar la papa 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 retener por periodos prolongados el tubérculo comercial, 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 tubérculos para semilla dando lugar a que los problemas de plagas y enfermedades se hayan diseminado con mayor facilidad en el país (García Camargo, 1995:18-27). Cabe señalar que las enfermedades virósicas 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 virósicas 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 siglo XX que 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<sup>10</sup>, especialmente de los virus PVX, PVY y PLRV que permiten ubicar la importancia general del proyecto CINVESTAV-I (1999:389-390)<sup>11</sup>.

“La papa es hospedera de alrededor de 25 virus (Hooker,1980), entre los cuales el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV), el virus X de la papa (PVX) y el virus Y de la papa (PVY) son los de mayor importancia económica. El PVY disminuye la producción hasta en 80%, 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% (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 encamujamientos, rugosidad o necrosis (Hooker, 1980; Salazar, 1982)”.

Para Zúñiga *et al* la resistencia genética a los virus es el componente más importante en el manejo integrado de las enfermedades virosas pero en el caso de la papa se ha orientado hacia la incorporación de genes de resistencia vertical<sup>12</sup>, pero este tipo de resistencia es monogénica y de duración corta debido a la capacidad del patógeno de generar nuevas razas o variantes. En relación con la búsqueda de resistencia horizontal para la resistencia a enfermedades virales la información genética es escasa y las técnicas de mejoramiento de campo no han sido suficientemente estudiadas (1999:390).

Lo asentado en párrafos anteriores hace suponer que cuando se inició el proyecto CINVESTAV-I en 1991, no existía un diagnóstico preciso de la importancia de las enfermedades virosas en las diferentes zonas de producción de papa en el país (el cual, presumiblemente, tampoco existe 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. Estos cuestionamientos se vuelven a retomar en los antecedentes del proyecto, así como en incisos posteriores.

<sup>10</sup> 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. Los virus en pocas ocasiones 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).

<sup>11</sup> 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 esta es específica para México.

<sup>12</sup> El proyecto de resistencia a virus de CINVESTAV-I queda enmarcado en este tipo de estrategias.

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 con INIFAP<sup>13</sup>. La diferencia de visiones en cuanto a un mismo desarrollo no debe ser ignorada; 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 la investigación motivo de esta tesis resalta la escasa información específica acerca de las enfermedades virales en el país que afectan a la papa y su distribución geográfica, así como su incidencia dependiendo del tipo variedad y de práctica agrícola utilizada y su dinámica. Debido a que la papa se propaga vegetativamente se ve afectada por un sinnúmero de enfermedades que se sabe son responsables de pérdidas importantes en la producción, especialmente las de origen viral, las cuales se reconoce son 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 posteriormente 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 que la obtención de semilla de papa por cultivo de tejidos podría utilizar como punto de partida el material genético desarrollado en el proyecto CINVESTAV-I 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 PLRV.

---

<sup>13</sup> 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 en el capítulo 2 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.



Otra alternativa menos difundida para contrarrestar las enfermedades virales y de otros patógenos en la papa es la obtención de semilla botánica, esta opción ha sido 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<sup>14</sup>, hay estudios que demuestran la presencia e importancia de virosis en papa no semilla y en consecuencia la urgencia de desarrollar programas de producción de semilla de buena calidad que ataquen este problema (Lozoya *et al*, 1995:103). Como puede verse de lo señalado, existen diferentes opciones para combatir un problema como la virosis de la papa y es posible que la solución no sea general. Las distintas opciones deben ser evaluadas y en cada una de ellas, 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 de los que participan en desarrollo tecnológico, como los que producen, procesan y comercializan el tubérculo como se verá a continuación.

## 5.2. Antecedentes del proyecto y descripción de la tecnología

Los genes de la cápside viral han sido objeto de numerosas interacciones entre universidades y empresas tanto 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 Dr. 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 esta colaboración entre el laboratorio del Dr. Beachy, de la Universidad de Washington, 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 en este campo al probar que las plantas podían adquirir resistencia a un virus a través 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 la realización de un proyecto para obtener resistencia a los virus PVX y PVY en la papa

---

<sup>14</sup> En 1991, se reportaron los resultados del análisis de muestras tomadas en algunas zonas de producción (valles) del estado 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).

aplicando la estrategia de expresar los genes de la cápside viral. Se trató de un proyecto a nivel latinoamericano (financiado por el Programa Regional para América Latina y el Caribe PNUD/UNESCO/ONUDI), y México fue uno de los países participantes en este proyecto, a través del laboratorio del Dr. Luis Herrera Estrella de CINVESTAV-I. Este esfuerzo latinoamericano no avanzó lo suficiente por múltiples problemas<sup>15</sup>, pero contribuyó a la creación de una infraestructura base y generó experiencia para que, en 1991, CINVESTAV-I emprendiera el proyecto de papa resistente a virus en colaboración con Monsanto.

En enero de 1991 se inició un proyecto de colaboración entre Monsanto y CINVESTAV-I para introducir genes de la cápside viral de los virus PVX y PVY en variedades de papa. El proyecto estuvo a cargo del Dr. Rafael Rivera-Bustamante de CINVESTAV-I. Las negociaciones fueron mediadas por ISAAA. De hecho, este proyecto fue el primero promovido por ISAAA para transferir tecnología entre una empresa privada y un país de menos desarrollo<sup>16</sup>.

En poco más de una década el proyecto tuvo diferentes fases a través de 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 niveles de expresión en las variedades intentadas (ver Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1. 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	Si	Buena expresión
Marciana	9,120	13	Si	No incluida
Atlantic	5,380		No	Excluida
San José	4,350	6	Si	No incluida
Gigant	1,800		No	No incluida
Herta	1,600		No	No incluida
Granola	1,200		No	No incluida
Nortefa	850	~1	Si	Buena expresión
Montsama	700	~1	Si	Baja expresión
Mexiquense	550		Si	Baja expresión
Puebla	500		Si	Baja expresión
White rose	500		No	No incluida

<sup>15</sup> La década de los ochenta ha sido llamada la década perdida para América Latina, quien realiza esta tesis participó en ese mismo programa en un desarrollo tecnológico en una empresa privada en el área 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 nivel latinoamericano, algunas de las cuales han tenido larga duración.

<sup>16</sup> En esta época el Dr. Luis Herrera Estrella era miembro del Consejo Directivo de ISAAA (Información tomada de la página web del CINVESTAV-I <http://www.ira.cinvestav.mx>).

Ireni	400		Si	Baja expresión
López	400		No	No incluida
Yema	400		No	No incluida
Rojita	350		No	No incluida
Mondial	250		No	No incluida
Tollocan	200		Si	Baja expresión
Michoacán	150		Si	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: Con base en 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, 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 información genética de la cápside viral de los virus PVX y PVY en un solo evento de transformación, es decir, utilizando una sola construcción genética. La construcción genética utilizada por CINVESTAV-I se basó en una construcción proporcionada por Monsanto, a la cual CINVESTAV-I le hizo modificaciones (ver Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Construcciones genéticas utilizadas por CINVESTAV-I y Monsanto

Elementos	Promotor	Genes de interés	Genes Marcadores de Selección de Resistencia a Antibióticos
Construcción Monsanto Vector pMON9898	35ScaMV	PVY-CP PVX-CP	Resistencia a Kanamicina
Construcción CINVESTAV-I Vector pMON18770	Versión mejorada del promotor anterior	PVY-CP PVX-CP	Resistencia a Kanamicina <sup>17</sup> , Espectinomicina y Estreptomomicina

Fuente: Elaboración con base en Rivera Bustamante, 1995:164-165.

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 variedades Rosita y Norteña resistentes a PVX, PVY y PLRV. Para lograr lo anterior 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 genética utiliza genes de diferentes fuentes que expresan proteínas antivirales que usualmente operan contra una etapa en el ciclo de replicación viral.

<sup>17</sup> 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 Estreptomomicina facilita la selección de las células bacterianas que contienen el plásmido.

Las investigaciones en evaluación de riesgo en plantas resistentes a virus se han enfocado principalmente sobre las plantas obtenidas con el primer tipo de construcción genética: la de genes derivados de secuencias virales (en donde quedan enmarcadas las variedades de papa Alpha, Rosita y Norteña transformadas para resistencia a virus PVX y PVY). Recientemente se han identificado tres posibles riesgos, todos ellos de tipo ambiental<sup>18</sup>, 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, como se verá en posteriores incisos, han puesto en marcha una serie de recomendaciones a nivel internacional para que se monitoreen los posibles efectos de las plantas resistentes a virus en el ambiente.

Por otro lado, como se observa en el Cuadro 5.2, 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-I). 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<sup>19</sup>.

Los genes marcadores de selección de resistencia a antibióticos en plantas utilizadas en alimentación han llegado a convertirse en una barrera psicológica que está obstaculizando las posibilidades de comercialización de las plantas transgénicas y sus derivados, especialmente en Europa. Por lo anterior, diferentes grupos de investigación de empresas agrobiotecnológicas 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<sup>20</sup>. Lo anterior constituye un logro de diferentes ONG y consumidores, ya que sus dudas están siendo escuchadas. Quienes desarrollan la tecnología, por su parte, han podido responder a dichos cuestionamientos y están generando tecnologías que son más aceptables para los consumidores; lo señalado 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

---

<sup>18</sup> Para mayor información consultar: <http://www.ncbe.rdg.ac.uk/NCBE/GMFOOD/roysoc.html>

<sup>19</sup> 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.

<sup>20</sup> Comunicación personal del Dr. Gabriel Iturriaga, CEIB-UAEM, Cuernavaca Morelos.

que la construcción genética utilizada contiene genes marcadores de resistencia para tres tipos diferentes de antibióticos<sup>21</sup>.

Por lo que respecta a las papas transformadas para resistencia a PLRV (variedades Rosita y Norteña), es importante destacar que ha habido poca investigación internacional respecto a los riesgos potenciales al utilizar transgenes como el de replicasa. Lo anterior se debe a que los desarrollos utilizando 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<sup>22</sup>.

Es importante destacar que los cuestionamientos señalados respecto a 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-. Los cuestionamientos a nivel ambiental por su parte han dado como resultado que en países de más desarrollo se establezcan medidas tendientes a monitorear a mediano y largo plazos este tipo de cultivos; atender tales cuestionamientos tiene repercusiones directas sobre aspectos de complejidad institucional y en lo relacionado con los recursos humanos técnicos y económicos para realizar tareas de este tipo.

### **5.3. La Red del proyecto de papa resistente a virus**

Desde sus inicios el proyecto de papa resistente a virus -desarrollado por CINVESTAV-I- ha requerido de la interacción de diferentes actores en la realización de actividades, que han abarcado 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 al proyecto son un reflejo de la complejidad inherente a las agrobiotecnologías modernas.

Los diferentes actores involucrados han requerido además de ciertas capacidades para procesar y avanzar la tecnología y transferirla, a su vez, a los actores que siguen adelante con el proceso. Si un actor no cuenta con las capacidades requeridas no puede procesar los intermediarios que le envían y el proceso se interrumpe. Si el actor cuenta con la capacidad para procesar la tecnología o cualquier intermediario relacionado, 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 de la tecnología) el proceso también se interrumpe.

---

<sup>21</sup> Es importante destacar que 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).

<sup>22</sup> Para mayor información consultar: <http://www.ncbe.rdg.ac.uk/NCBE/GMFOOD/roysoc.html>

Es decir, la capacidad de procesamiento del actor –operacionalizada como la comparación de los recursos que requiere el actor para procesar los intermediarios en cuestión *versus* los que realmente existen en donde se pretende desarrollar o usar dichos intermediarios- constituye la variable (no relacional) que permite articular la red<sup>23</sup>. 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.

Por supuesto, no todos los actores que participan en el desarrollo y uso de una tecnología tienen la misma relevancia, de ahí la importancia 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, adopción de la tecnología, promoción y regulación de la misma, tanto de tipo gubernamental como no gubernamental; estas actividades se especificaron en el modelo propuesto en la Figura 2.3. y hacen posible que una tecnología se desarrolle y se difunda.

### 5.3.1. Los actores

Para establecer el conjunto de actores que conforman la red del proyecto de papa resistente a virus se siguió un enfoque nominalista; este tipo de enfoque se basa, fundamentalmente, en las preocupaciones teóricas del investigador y, 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 (ver Tabla B.5.1 en anexo B).

Como se establece en el apartado 2.2.7., la participación de los actores en estas actividades no implica que se formen enlaces directos entre ellos; dichos enlaces fueron investigados y validados tanto a través de la realización de entrevistas semiestructuradas con los diferentes actores que desarrollaron actividades importantes en el proyecto de papa, como revisando la literatura disponible. En este sentido, esta lista de actores fue complementada también con sugerencias hechas por los actores entrevistados (es decir, complementando el enfoque nominalista con uno realista).

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, este se consignó

---

<sup>23</sup> Ver Faust, 2002:9-11.

como UAMA en el proyecto, pero su quehacer y opiniones no representan a los de la institución en que colabora, salvo que se aclare de manera explícita.

Hay dos actores que fueron creados por decreto presidencial hasta la tercera etapa del proyecto, ellos son CIBIOGEM y CCB. De ahí que los nodos con los que se les representa se hayan identificado con un sombreado 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, SEMARNAP, SALUD, SCFI, SEP y SHCP). Es el mismo caso de UAMA.

Por otro lado, se consideró conveniente incluir desde la primera etapa a un conjunto de actores que han permanecido desconectados, las razones para hacerlo fueron las siguientes:

IMPI: Para contrastar que en materia de propiedad intelectual no se utilizaron algunos esquemas "duros" de protección que se manejan a través de esta institución, como es el caso de patentes.

GreenPeace, RAPAM, UNORCA y Red de Consumidores: No han participado hasta el momento en actividades de regulación no gubernamental en torno al proyecto de papa, pero se incluyeron para contrastar la ausencia de interés en este proyecto, *versus* la reciente mayor participación que estos actores han tenido en el país en cuestiones de bioseguridad tanto en general, como también en relación con la importación y consumo de maíz transgénico.

Pequeños productores, Grandes productores, Semilleras y Central de abastos. Actores cuya participación en el proyecto se designó de manera genérica: Lo anterior se hizo 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 regulatorios en el país, no ameritaba un muestreo estadístico de actores, por lo que se consideró que una investigación de tipo exploratorio a través de entrevistas semiestructuradas con productores grandes y pequeños, como 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.

En el anexo B se pueden consultar las matrices -de afiliación y de actores- obtenidas en cada una de las etapas del proyecto. En el primer caso se trata de matrices de modo 2, binarias, integradas por actores que participan en las actividades importantes para el desarrollo y uso de la tecnología. Las matrices actor-actor -generadas a partir de las matrices de afiliación- dan lugar a matrices de modo 1

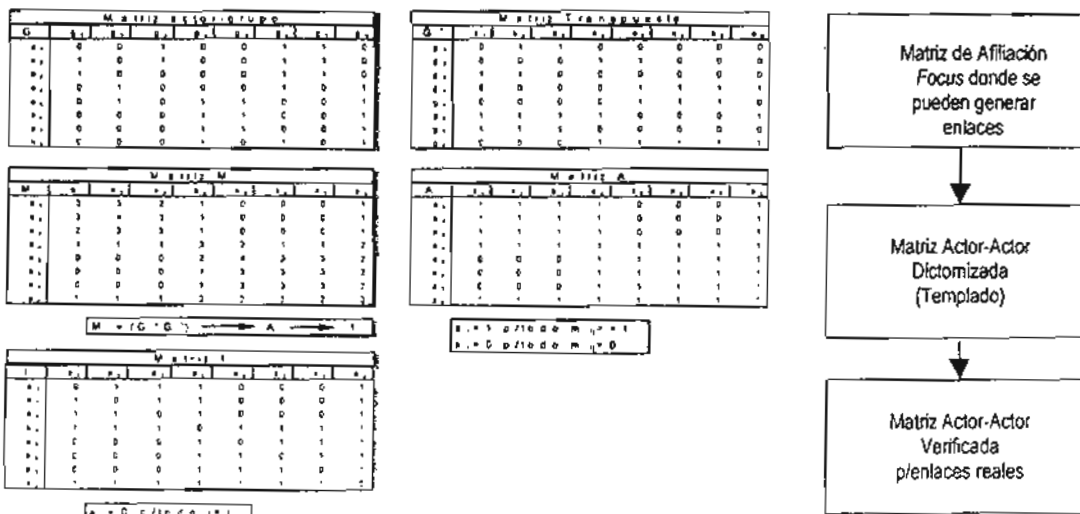
valuadas y no direccionadas. Para los propósitos de esta investigación, esas matrices de actores obtenidas fueron dicotomizadas y conceptualizadas como "templados" -o moldes- que reflejaban el intercambio de intermediarios "posible" entre los actores que realizaban las actividades señaladas (denominadas como "matrices de enlaces posibles" en el anexo B).

El intercambio "real" de intermediarios entre actores fue investigado y validado como una relación binaria entre actores -que se describe también a lo largo del capítulo- dando lugar a lo que en el anexo B se denomina como matrices de enlaces reales. 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. La metodología se presenta en la Figura 5.1.

Aquí lo importante no era el tipo de intermediario intercambiado, sino que el actor que lo recibiera tuviera 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 matrices 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 diferentes etapas del proyecto- se les aplicaron una serie de medidas que son 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) que se presentan en el anexo B. En la interpretación de estas medidas siempre se tuvo

Figura 5.1. Método para el Análisis





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 tenían acceso a la tecnología. Para este caso, los actores fueron conceptualizados como procesadores de intermediarios, tal y como se establece en el apartado 2.6. La existencia o no de acceso se registró como una relación binaria, pero se complementó con cuestiones descriptivas.

#### 5.4. Las 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 actividades de control de la misma. Cabe señalar, por su parte, que a lo largo de esta década, el proyecto no ha alcanzado la etapa de adopción de la tecnología, por diferentes razones; las cuales se revisarán con mayor detalle a lo largo de este punto. La evolución que ha tenido el proyecto se describe haciendo 3 cortes a lo largo del tiempo, en cada corte se muestran 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 bioseguridad 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.

Las etapas consideradas fueron:

*Primera etapa:* Abarca 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<sup>24</sup>. Se trata de una etapa en que algunos de los principales actores construyeron capacidades y articularon interacciones tendientes a negociar, transferir y adaptar a variedades de interés nacional, tecnología desarrollada por una empresa multinacional.

*La segunda etapa:* Incluye desde julio de 1996 (es decir desde la aparición de la norma NOM-056-FITO-1995), hasta el 4 de noviembre de 1999, durante este periodo se fueron definiendo una serie de

---

<sup>24</sup> Como se mencionó en el capítulo 4, 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.

regulaciones en el país que culminaron con la creación de la una comisión intersecretarial de bioseguridad (el 5 de noviembre de 1999); esta comisión 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.

*La tercera etapa:* Incluye desde el 5 de noviembre de 1999 hasta el 4 de mayo del 2001<sup>25</sup>. Esta etapa se caracteriza por un mayor involucramiento de nuevos actores en los aspectos de bioseguridad a nivel nacional. El clima internacional y los cuestionamientos para proyectos transgénicos en materia de bioseguridad 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.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las tres etapas del proyecto de papa resistente a virus, en cada una de ellas 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 las adaptaciones señaladas en el capítulo 2 –y 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 visto analítico, considerarse como elementos separados que se encuentran en una permanente interacción (1996:31-33)

#### 5.4.1. La primera etapa

La primera etapa del proyecto consideró sólo la obtención de variedades de papa resistente a virus PVX y PVY. Para esta tarea tanto las variables estructurales como las de composición, en 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 a través de las relaciones de pares de actores. Ambas propiedades miden enlaces de pares de actores: 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 en donde existen enlaces directos entre pares de actores.

---

<sup>25</sup> 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 semi-comerciales y comerciales de Organismos Genéticamente Modificados de uso agrícola.

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 haciendo referencia al tipo de actividades desarrolladas por estos ya sea a nivel individual o en los subgrupos formados.

A lo largo de esta etapa se definió en el país un marco regulatorio en aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual. El proyecto de la papa resistente a virus PVX y PVY jugó un papel muy importante en aspectos de bioseguridad, especialmente para la definición y operación de pruebas de campo de plantas transgénicas, como se verá a continuación.

#### 5.4.1.1. El ambiente en la primera etapa

En 1991 existían grandes expectativas a nivel nacional e internacional, sobre la agrobiotecnología. Prevalcía un gran optimismo sobre lo que este campo del conocimiento podría lograr en el sector agrícola de 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 de menos desarrollo sobre la urgencia de definir aspectos en materia de bioseguridad y propiedad intelectual. Ambos aspectos eran considerados críticos para el acceso a la agrobiotecnología. Al menos ése era el discurso predominante<sup>26</sup>.

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 en agrobiotecnología a nivel internacional- buscaban incidir en materia regulatoria en países de menor desarrollo, especialmente en aspectos de bioseguridad. Países como México, que habían desmantelado su política sectorial, debían articular políticas en aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual si querían 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 en materia de bioseguridad que a través de un proyecto desarrollado por

---

<sup>26</sup> 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 nivel latinoamericano, tomando 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 agrobiotecnología 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).

investigadores del mejor centro de investigación en la materia en el país: el CINVESTAV-I (Commandeur, 1996:16).

Como se señaló en los antecedentes del proyecto, en este centro existía experiencia en la transformación de variedades de papa, precisamente para resistencia a virus, en proyectos de colaboración a nivel latinoamericano; sin embargo, la posibilidad de colaboración norte-sur, con una empresa como Monsanto, le permitiría a CINVESTAV-I acortar sensiblemente los tiempos de desarrollo y adquirir experiencia en aspectos regulatorios de un líder internacional en la materia. Es importante recordar que CINVESTAV-I había mostrado gran iniciativa y participación en bioseguridad a nivel nacional a través de la creación y operación del CNBA (referida en el capítulo 4 de esta tesis).

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 regulatorios en materia de bioseguridad 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, como se vio en el capítulo 4, en materia de propiedad intelectual se empezaban a definir reglas, ya que estaba por aparecer en México una ley de propiedad intelectual que incluso aceptaba el patentamiento de plantas.

Las principales preocupaciones en materia de bioseguridad 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<sup>27</sup>, ni el involucramiento de productores y consumidores.

Al inicio del proyecto no hubo una participación de sus posibles usuarios: productores agrícolas (pequeños y grandes), semilleras y/o 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

---

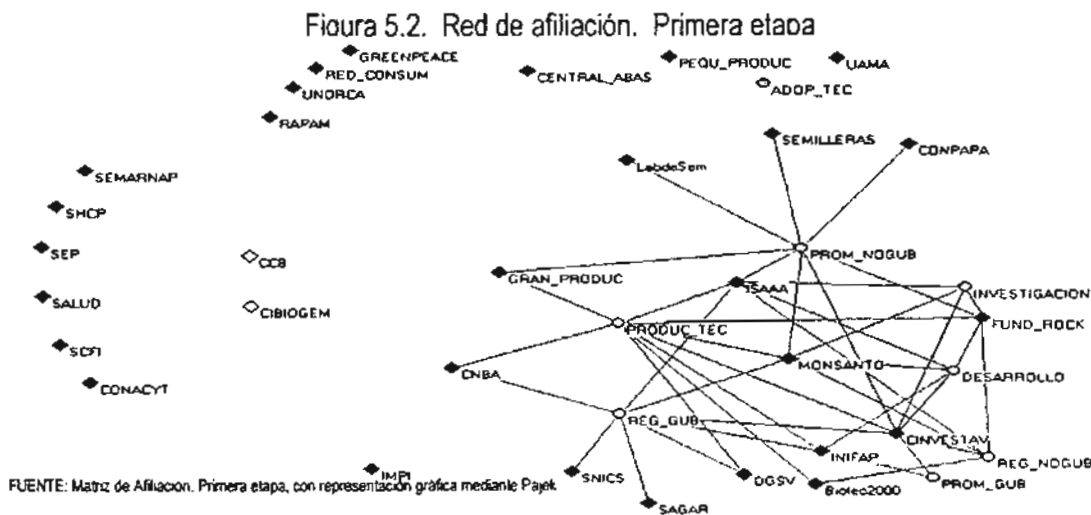
<sup>27</sup> Pero como se vio en los puntos 2.1.4. y 2.1.5., algunos grupos de científicos sociales en el país ya empezaban a trabajar de manera sistemática en el tema.

representaban el problema fitosanitario más apremiante del cultivo de la papa en el país, la resistencia a virus 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)<sup>28</sup>. 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 papa de menos recursos.

#### 5.4.1.2. Los actores y las actividades realizadas en la primera etapa

Como se observa en la Figura 5.2, los actores principales involucrados en investigación fueron Monsanto -quien donó y transfirió la tecnología-; CINVESTAV-I -quien la recibió y adaptó a variedades locales<sup>29</sup>; la Fundación Rockefeller -que aportó recursos para la realización del proyecto<sup>30</sup>- y ISAAA -una institución internacional de gestión para proyectos de este tipo, quien además dio apoyo institucional a lo largo de su desarrollo. Conviene destacar que INIFAP no participó en la realización de actividades de investigación porque esta institución inició su primer programa en biotecnología moderna hasta 1992. Así, en esta primera etapa del proyecto, los actores involucrados participaron inicialmente en actividades de investigación y desarrollo.



<sup>28</sup> Como se mencionó en el inciso 5.1., en 1991, la papa era una de las principales hortalizas producidas en México tanto en riego (69% de la producción nacional y 52% de la superficie cosechada) como en temporal (López Díaz *et al.*, 1999:108).

<sup>29</sup> Alpha fue la primera variedad local transformada para resistencia a virus PVX y PVY.

<sup>30</sup> Los costos estimados de este desarrollo fueron estimados en 440,000 dólares americanos. 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).

Es importante destacar que 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 del proyecto, sus metas y las estrategias para lograrlo. Esta etapa, sin embargo, recayó fundamentalmente en ISAAA, la agencia internacional gestora del proyecto. De acuerdo con Rivera-Bustamante, el papel jugado por ISAAA a lo largo de todo el proyecto ha sido especialmente relevante: "ISAAA identificó las necesidades mexicanas en cultivo de papa, contactó a Monsanto como proveedor de tecnología y fue quien gestionó financiamiento para el proyecto ante la Fundación Rockefeller" (1995:161).

Es decir, en la definición del proyecto no participaron los actores importantes para la adopción de la tecnología como son los productores de papa (grandes y pequeños), los laboratorios de semilla y las semilleras. Como se verá más adelante, estudios más específicos respecto a las necesidades de algunos de estos actores fueron contratados por ISAAA en la segunda etapa de este proyecto (1996 y 1997).

En este sentido, 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 de papa en las regiones más pobres del país, de la manera en que un proyecto de esta naturaleza 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 en torno al proyecto, 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<sup>31</sup>. 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.

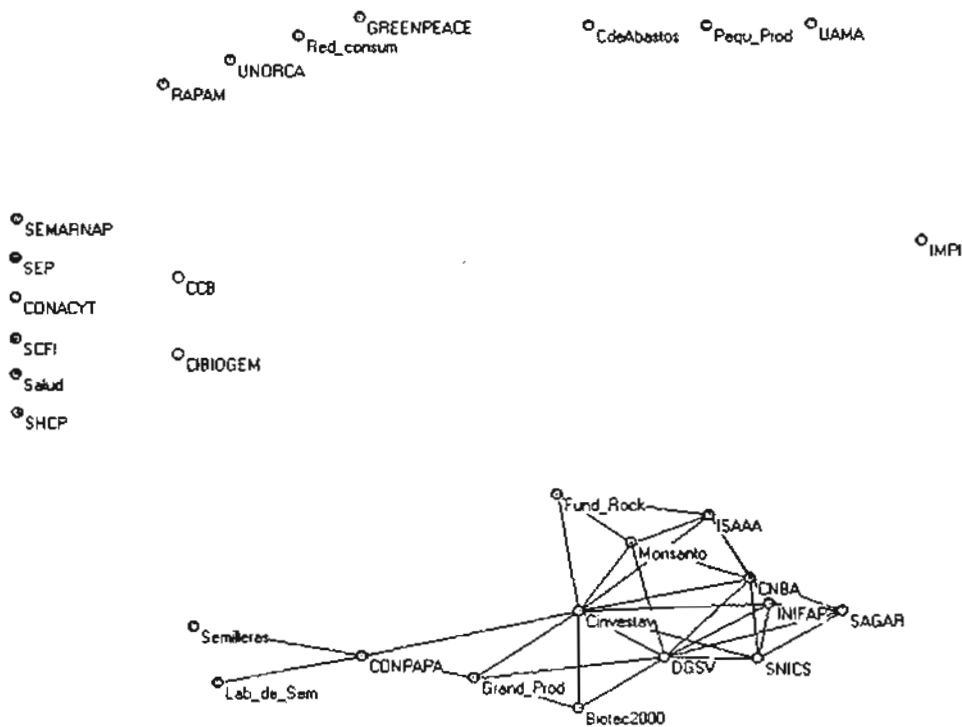
---

<sup>31</sup> Se refiere a los que se utilizan para controlar los vectores de virus.

- D. *Procedimientos de bioseguridad.* El proyecto representaba un vehículo que facilitaría el establecimiento de procedimientos regulatorios y el desarrollo de guías de bioseguridad para probar e introducir la tecnología de ADN recombinante en México.
- E. *Entrenamiento de personal.* El proyecto era una oportunidad para que científicos mexicanos se entrenaran en instalaciones de Monsanto y regresaran a CINVESTAV-I a establecer las metodologías aprendidas.

Las articulaciones que establecieron los actores en esta primera etapa, como puede verse a continuación hicieron posible cubrir las dos últimas expectativas: En la Figura 5.3 se observa una red que integra a un grupo de actores fuertemente enlazados y otro grupo con enlaces más débiles, así como actores desconectados a la red. 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 regulatorias, estas últimas enfocadas a evaluar el comportamiento agronómico de las variedades transformadas.

Figura 5.3.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.

Lo anterior se muestra al hacer una división de los actores en bloques, con base en su equivalencia estructural. Esto se obtiene al aplicar el procedimiento llamado CONCOR a la sociomatrix de la red anterior, cada bloque agrupa a los actores que tienen posiciones en la red que son estructuralmente equivalentes como se puede ver en la Tabla 5.1. Las agrupaciones se hacen en función de la densidad de enlaces entre los actores. Los patrones de bloques permiten identificar diferentes tipos de estructuras sociales (Mizruchi, 1994:332). Por otra parte, al agrupar a los actores con base en la equivalencia estructural derivada de la fortaleza de los enlaces establecidos, el procedimiento de Agrupación Jerárquica genera el diagrama de la Figura 5.4. Las iteraciones realizadas con este método dan agrupaciones de actores anidadas cada vez más finas que las que aparecen en la matriz de bloques de la figura anterior.

Tabla 5.1. Matriz de Bloques (Concor). Primera etapa

Blocked Matrix

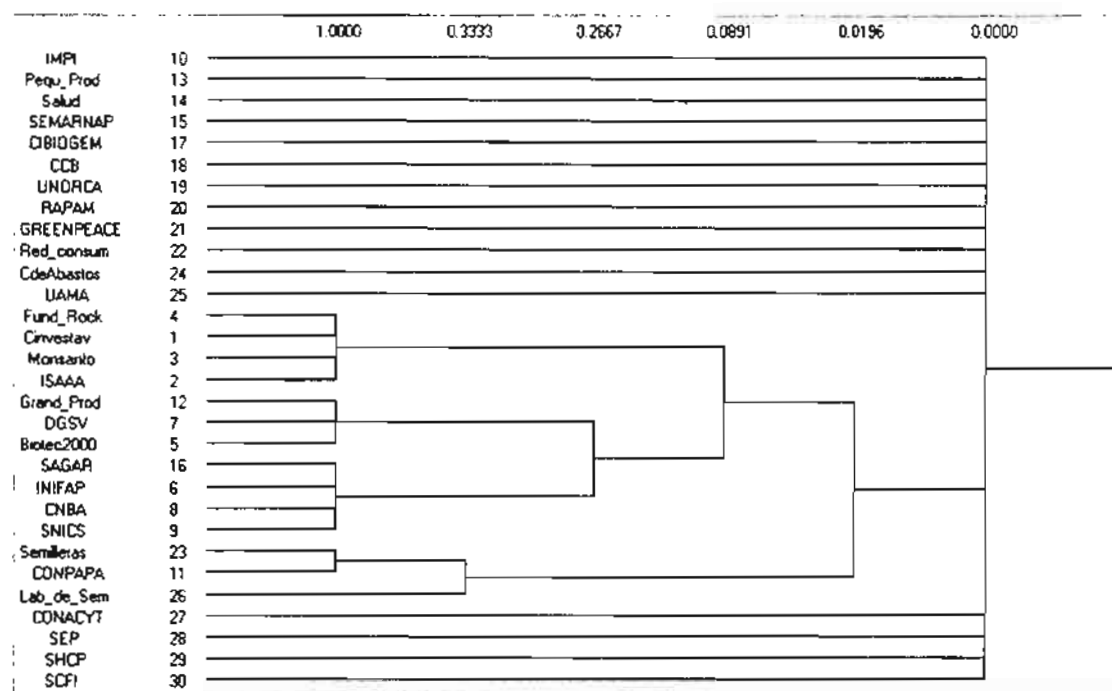
		1	1 1 2 2	1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 1 2 2 2 3
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 6	1 2 6 3	5 0 4 9 3 7 1 2 0 4 5 9 7 8 9 0
		C I M F B I D C S S	C G L S	S I S C P C G R R C U U C S S S
1	Cinvestav	1	1 1	
2	ISAAA	1	1 1	
3	Monsanto	1	1	
4	Fund_Rock	1	1 1	
5	Biotec2000	1	1	
6	INIFAP	1	1 1 1 1	
7	DGSV	1	1 1 1 1 1	
8	CNBA	1	1 1 1 1	
9	SNICS	1	1 1 1 1	
16	SAGAR	1	1 1 1 1	
11	CONPAPA	1	1 1 1	
12	Grand_Prod	1	1 1	
26	Lab_de_Sem		1	
23	Semilleras		1	
15	SEMARNAP			
10	IMPI			
14	Salud			
18	CCB			
13	Pequ_Prod			
17	CIBIOGEM			
21	GREENPEACE			
22	Red_consum			
20	RAPAM			
24	CdeAbastos			
25	UAMA			
19	UNORCA			
27	CONACYT			
28	SEP			
29	SHCP			
30	SCFI			

R-squared = 0.473

FUENTE: Matriz de Enlaces Reales. Primera etapa, obtenida mediante Ucinet.



Figura 5.4. Agrupación jerárquica. Primera etapa



Fuente: Matriz de Enlaces Reales. Primera etapa, con representación gráfica mediante Ucinet.

En la primera separación de este diagrama se identifican dos grupos: los actores que no lograron establecer enlaces de los que si lo hicieron; la siguiente separa a los actores que si lograron enlazarse y en ella se distinguen dos grupos de actores: por un lado están las Semilleras, CONPAPA y los Laboratorios de Semillas que realizaron básicamente intercambios de información acerca del proyecto con vistas a su futura adopción, actividades que pueden ser consideradas como de promoción no gubernamental; y por otro lado se agrupan los actores que realizaron actividades de I&D y actividades regulatorias.

En el diagrama antes mencionado se muestra una última subdivisión de los actores que participaron en actividades regulatorias y en ella aparece una relación entre Gran productor, Biotec2000 y DGSV que vale la pena destacar. Se trató de una relación efímera, que fue establecida con el propósito de realizar pruebas de campo con los materiales generados por CINVESTAV-I. A la luz de la definición que se ha alcanzado en materia regulatoria en el país, esta relación 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 había tenido a su cargo el

manejo del banco de germoplasma del CIP<sup>32</sup>), 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<sup>33</sup>.

Este énfasis de los actores en la realización de actividades regulatorias se aprecia también muy claramente cuando se identifican los subgrupos cohesivos que se formaron a lo largo de esta etapa, como puede verse en el Cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Agrupaciones de actores generadas en la primera etapa del proyecto y las 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 Prod	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 (ver Anexo B).

Esta orientación de los actores hacia actividades regulatorias a lo largo del proyecto se reafirma al observar a los que estuvieron presentes en más subgrupos (ver Figura B.5.4 en anexo B): CINVESTAV-I (orientado a investigación fundamentalmente) y CNBA (orientado 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 en esta primera etapa, ya sean medidos como grupos cohesivos o con base en la equivalencia de los enlaces generados, muestran un mayor énfasis hacia actividades regulatorias relacionadas con bioseguridad y, en segundo término, hacia la generación de capacidades en I&D y producción de tecnología. Este énfasis en actividades

<sup>32</sup> El Centro de Investigación de la Papa es uno de los 16 centros de la red de investigación agrícola global conocida como CGIAR que recibe fondos de Banco Mundial y FAO entre otros.

<sup>33</sup> Ver Cuadro C.5.9. en anexo.

regulatorias 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 virus<sup>34</sup> a México:

Según Qaim, si se adopta una perspectiva de largo plazo, se pueden descubrir mejor tales motivaciones. En su opinión, demostrar 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 el *status* 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 lo gastado en el proyecto en sí, como 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 sin embargo, 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 permitía 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)<sup>35</sup>.

---

<sup>34</sup> Una empresa privada debe generar utilidades y no es esperable que done tecnología, de allí que los posibles motivos para hacerlo hayan generado mucha especulación.

<sup>35</sup> Cuando se trata de innovaciones de alto riesgo tecnológico y económico como son las agrobiotecnológicas, cualquier decisión empresarial de invertir, ya sea en I&D o en producción se verá frenada naturalmente si existen indefiniciones básicas en cuanto a seguridad y eficacia de los procesos o aceptabilidad de los productos. En ese sentido, si no existen reglas o estas no son claras, el principal efecto negativo en términos económicos para una empresa es un retraso en el lanzamiento de productos y procesos, de allí que como no se puede esperar que tales actividades puedan permanecer sin regulaciones por largo tiempo, sean las mismas empresas

Al margen de las especulaciones, lo sucedido en materia regulatoria no sólo fue positivo para Monsanto, el país también salió ganando con el establecimiento de un marco regulatorio en bioseguridad 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.

Cabe señalar que, de entrada, el acceso a esta tecnología para los diferentes actores que participaron en esta primera etapa no presentó mayores problemas: los actores involucrados 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 esta primera etapa del proyecto no tuvieron problemas con el acceso a esta tecnología; el proyecto de papa resistente a virus, por su parte, contribuyó a mejorar capacidades y a establecer articulaciones entre algunos actores en aspectos regulatorios en materia de bioseguridad para el país. Los efectos de los aspectos de bioseguridad en el acceso a esta tecnología 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, en esta primera etapa, relativos a convertirse en territorio de prueba de materiales transgénicos. Los aspectos relacionados con apropiabilidad de la tecnología, por su parte, establecieron restricciones y condicionaron el acceso a la tecnología de papa resistente a virus, como se verá a continuación.

#### **5.4.1.3. Efectos de la propiedad intelectual en el acceso**

A lo largo de 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, como se verá más adelante. Cabe aclarar que cuando se firmó el primer acuerdo, Monsanto y la Universidad de Washington tenían pendiente una aplicación de patente en los Estados Unidos, que le otorgaba a Monsanto 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 algún tipo de DPI aquí (Commandeur, 1996:15); de allí que

---

las principales interesadas en que existan regulaciones claras (Possas *et al*, 1994:7). Por supuesto, regulaciones demasiado estrictas terminan ahuyentando cualquier decisión de invertir.

dichos acuerdos hayan sido más bien resultado de negociaciones relacionadas con la transferencia de la tecnología, pero no hayan tenido 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 de CINVESTAV-I. Aunque desde 1986 la institución había participado a nivel latinoamericano 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, relativo a lograr resistencia a ambos virus de la papa (PVX y PVY) en un solo evento de transformación, así como su disposición a transferirle la tecnología a CINVESTAV-I aceleraría la construcción de capacidades en este centro 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 nivel internacional. Estas últimas eran actividades de producción y puesta a punto de la tecnología que, siendo estrictos, no eran propias del quehacer de un centro como CINVESTAV-I<sup>36</sup> 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<sup>37</sup>, el acuerdo de transferencia de tecnología con Monsanto le permitió a dicho centro ahorrarse tres años en el desarrollo del proyecto. Cabe señalar que 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 -en el laboratorio de CINVESTAV-I- de la variedad de papa Alpha, con un vector mejorado construido por los investigadores de CINVESTAV-I utilizando 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.

---

<sup>36</sup> Las actividades de producción y puesta a punto de tecnología como son las actividades de 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 nivel nacional y lograr que se adoptara.

<sup>37</sup> Se refiere al comentario expresado verbalmente por el Dr. Ariel Álvarez 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.

Mediante este acuerdo CINVESTAV-I estaba autorizado por la mencionada multinacional 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 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 a 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<sup>38</sup>. Las variedades que CINVESTAV-I e INIFAP transformaron se muestran en el Cuadro 5.1 así como el porcentaje de la producción nacional que representan.

Allí mismo se incluyen las variedades en las que se obtuvo una buena expresión de la información genética. Como se observa, las limitaciones señaladas no son atribuibles a aspectos de propiedad intelectual, si no 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<sup>39</sup>.

Por último, cabe resaltar que el actor más central durante esta etapa fue, sin lugar a dudas, CINVESTAV-I –el nodo de mayor grado y mayor centralidad normalizada– (Ver Tabla B.5.6 en Anexo B). Le siguieron en importancia DGSV, CNBA, cuyas actividades, en esta etapa, tuvieron que ver con aspectos regulatorios en materia de bioseguridad e INIFAP que realizó actividades de desarrollo y producción de tecnología.

Como se verá en las siguientes etapas, los avances en materia regulatoria en bioseguridad en el país son innegables; sin embargo, esa centralidad de CINVESTAV tuvo poca influencia en la práctica, en 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.

---

<sup>38</sup> Las variedades explícitamente excluidas por Monsanto fueron: Russet Burbank, Atlantic, Shepody, Superior, Russet Norkodah, y HiLite Russet (Commandeur, 1996:15-16).

<sup>39</sup> 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).

## 5.4.2. La segunda etapa

Esta segunda etapa del proyecto de papa desarrollado por CINVESTAV-I abarca de julio de 1996 hasta principios de noviembre de 1999; es decir, desde la aparición de la NOM-056-FITO-1995 hasta antes de la creación de la CIBIOGEM y es una etapa en donde se siguió consolidando el marco regulatorio de bioseguridad 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 en CINVESTAV-I 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 CINVESTAV-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 a esta nueva fase del proyecto y las negociaciones fueron mediadas por ISAAA.

### 5.4.2.1. El ambiente en la segunda etapa

En los años que abarca esta segunda etapa, el área global de cultivos transgénicos a nivel internacional pasó de 1.7 millones de hectáreas en 1996 a 39.9 en 1999. Este incremento se concentró fundamentalmente en tres países en el mundo (Estados Unidos, Canadá y Argentina). Los cultivos sembrados correspondieron a soya, algodón, maíz y canola fundamentalmente y se reportaron pequeñas áreas cultivadas con papa transgénica. Los cultivos en ningún caso corresponden a resistencia a virus (James, 2000:14).

En ese tiempo, la experiencia regulatoria en materia de bioseguridad se incrementó notablemente pero, en vez de que sirviera para mantener o incluso ir disminuyendo el alcance de las regulaciones existentes (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 materia de bioseguridad a nivel internacional. En esta etapa, también, en la Unión Europea empezaron a crecer los cuestionamientos acerca de los productos agrobiotecnológicos y sus posibles riesgos a la salud humana, pero también al ambiente.

Actores importantes en estos cuestionamientos han sido diversas organizaciones no gubernamentales de corte ambientalista. 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 nivel 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 regulatorio tendría un impacto potencial en el libre comercio de los OGM y sus productos (BINAS, 1998:1y4).

Asimismo, en esta etapa -que ha sido la más fulgurante de la industria agrobiotecnológica- las empresas con interés en este campo 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 agrobiotecnológicas empezaron a integrar grandes complejos que incluían desde actividades de investigación y desarrollo, hasta producción y pruebas de campo de las innovaciones agrobiotecnológicas. 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 agrobiotecnológicas iba a ser recuperado por quienes habían invertido en esta tecnología (ver Capítulo 3).

En 1997, algunos de los analistas de esta industria consideraban que la formación de grandes complejos agrobiotecnológicos iba a continuar hasta que sólo quedaran 4 ó 5 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 en contra de la agrobiotecnología 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<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> En ese sentido la reacción combinada del público y de las ONG ambientalistas cada vez más, constituye un elemento que actúa directa e indirectamente en la definición del rumbo de esta tecnología.



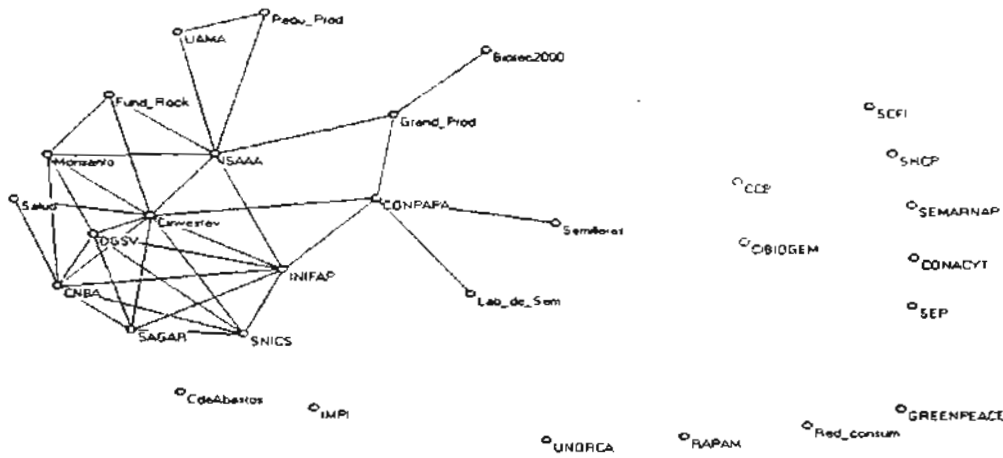
GreenPeace México ha sido el líder natural de las ONG en el país en la lucha contra los OGM. Desde 1998 empezó a intensificar su campaña en contra de la ingeniería genética en México, y lo hizo contratando personal más capacitado técnicamente; el modo en que opera esta ONG es muy ilustrativo de su efectividad 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 agrobiotecnológicas para que deje de adquirir los productos agrobiotecnológicos 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 la agrobiotecnología. En el caso de la papa resistente a virus sin embargo, 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 a nivel internacional de una oposición cada vez más amplia hacia la agrobiotecnología en esta etapa, dio como resultado una serie de reconsideraciones en torno a aspectos de bioseguridad como los relacionados con la evaluación de aspectos toxicológicos, emprendida por CINEVESTAV-I en esta segunda etapa. Cabe señalar que la evaluación de este tipo de aspectos en el proyecto no fue contemplada inicialmente, su necesidad fue inducida por un clima internacional y nacional de mayor cuestionamiento social acerca de los riesgos y beneficios a la salud asociados a las plantas transgénicas.

#### **5.4.2.2. Los actores y las actividades realizadas en la segunda etapa**

En la Figura 5.5 se observan las interacciones de los actores que participaron en esta segunda etapa; el núcleo central siguió descansando en CINEVESTAV-I, pero INIFAP, CNBA y DGSV empezaron a cobrar mayor importancia especialmente a raíz de la NOM-056-FITO-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 teniendo a 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 UAMA fue contactado por ISAAA para evaluar las posibilidades de adopción de la papa transgénica por parte de pequeños productores. Pero se trató de una relación muy efímera como se verá más adelante.

Figura 5.5. Red de actores. Segunda etapa



Fuente: Matriz de Enlaces Reales. Segunda etapa, con representación gráfica mediante Pajek.

En el Cuadro 5.4. se presentan los subgrupos cohesivos que se formaron a lo largo de la segunda etapa. Al relacionar estos subgrupos con las actividades que realizaron, puede verse que siguió habiendo énfasis en actividades regulatorias como en la primera etapa, pero algunos cliques respondieron también a la realización de actividades de producción de tecnología, intercambio de información acerca de la tecnología e investigación exploratoria para su posible adopción.

Cuadro 5.4 Agrupaciones de actores generadas en la segunda etapa del proyecto y las actividades realizadas

Cliques formados	Énfasis en las actividades realizadas:
CINVESTAV-I, INIFAP, DGSV, CNBA, SNICS, SAGAR	Regulación en aspectos de bioseguridad y en menor medida propiedad intelectual
CINVESTAV-I, ISAAA, INIFAP	Producción de tecnología
CINVESTAV-I, INIFAP, CONPAPA	Información acerca de la tecnología
CINVESTAV-I ISAAA Monsanto Fundación Rockefeller	Actividades de Investigación y desarrollo
CINVESTAV-I, Monsanto, DGSV, CNBA	Regulación en bioseguridad, aspectos agronómicos
CINVESTAV-I, CNBA, Salud	Regulación en bioseguridad, aspectos de salud
ISAAA, Pequeño Productor, UAMA	Investigación exploratoria acerca de las posibilidades de adopción de la tecnología

Fuente: Propiedades de las redes obtenidas utilizando UCINET V. Copyright © 1999-2000 Analytic Technologies (ver Anexo B).

Por otra parte, si se observa la equivalencia estructural de las relaciones establecidas en esta etapa (ver Tabla 5.2), aparecen cuatro bloques de relaciones. El primer bloque de la matriz agrupa a los actores que fueron capaces de establecer relaciones más fuertes y las actividades realizadas responden a las de I&D y de regulación en bioseguridad. El segundo bloque incluye a actores que

establecieron relaciones de menos fortaleza que el grupo anterior. Estos actores realizaron actividades de investigación exploratoria relacionada con la adopción de la tecnología; a diferencia de la primera etapa, este bloque incluye a más actores.

Tabla 5.2. Matriz de Bloques (Concor). Segunda etapa

Blocked Matrix

		1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	3																	
		1	2	3	4	8	6	7	4	9	6	5	2	5	1	3	3	6	5	8	7	1	2	0	4	0	9	7	8	9	0					
		C	I	M	F	C	I	D	S	S	S	B	G	U	C	P	S	L	S	C	C	G	R	R	C	I	U	C	S	S	S					
1	Cinvestav		1	1	1	1	1	1	1	1	1				1																					
2	ISAAA		1	1	1	1	1						1	1	1																					
3	Monsanto		1	1	1	1	1	1																												
4	Fund_Rock		1	1	1																															
8	CNBA		1	1		1	1	1	1	1	1																									
6	INIFAP		1	1		1	1	1	1	1	1				1																					
7	DGSV		1	1	1	1	1	1	1	1	1																									
14	Salud		1			1																														
9	SNICS		1			1	1	1	1	1	1																									
16	SAGAR		1			1	1	1	1	1	1																									
5	Biotec2000												1																							
12	Grand_Prod		1										1		1																					
25	UAMA		1												1																					
11	CONPAPA		1			1							1		1	1																				
13	Pegu_Prod		1											1																						
23	Semilleras														1																					
26	Lab_de_Sem														1																					
15	SEMARNAP																																			
18	CCB																																			
17	CIBIOGEM																																			
21	GREENPEACE																																			
22	Red_consum																																			
20	RAPAM																																			
24	CdeAbastos																																			
10	IMPI																																			
19	UNORCA																																			
27	CONACYT																																			
28	SEP																																			
29	SHCP																																			
30	SCFI																																			

R-squared = 0.412

FUENTE: Matriz de Enlaces Reales.. Segunda etapa, obtenida mediante Ucinet.

En el tercer bloque 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 etapa segunda etapa. A diferencia de la primera, la Secretaría de Salud empezó a interactuar en actividades regulatorias 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. Estos 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 nivel latinoamericano<sup>41</sup>. Además, como se señaló, empezaron a realizarse investigaciones acerca de aspectos toxicológicos de las variedades transformadas al final de esta segunda etapa del proyecto<sup>42</sup>, esto planteó la necesidad de empezar a hacer operativa la participación de la Secretaría de Salud en actividades regulatorias en materia de bioseguridad.

Por otro lado, el estado de 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 importante actividad recayó en ISAAA, quien se acercó a un grupo de investigación socio-económica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAMA), para que evaluara las posibilidades de adopción de la papa resistente a virus especialmente por pequeños productores. Este grupo había venido 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 por la introducción de la papa desarrollada por CINVESTAV-I, en algunas zonas de agricultura campesina del país. Cabe aclarar que la participación del grupo universitario antes mencionado en esta red del proyecto de papa resistente a virus se consigna sólo mientras duró la relación con ISAAA, independientemente de que antes y después de este contacto el grupo UAMA 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 una tecnología como la de papa resistente a virus a los pequeños productores establecidos en las zonas altas del país. Estos resultados no correspondían con las expectativas de ISAAA, quien dio por terminada la colaboración del grupo UAMA<sup>43</sup>. ISAAA contrató a un investigador extranjero 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<sup>44</sup>.

Lo anterior es relevante para el proyecto y para esta investigación porque ha generado visiones diferentes sobre las posibilidades de acceso a esta tecnología especialmente con relación a los pequeños productores. Cabe resaltar que durante la primera etapa del proyecto, y hasta ese

---

<sup>41</sup> 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 11 grupos latinoamericanos que estaban probando papas transgénicas desarrolladas por sus propios científicos. Desde esa época existía una gran conciencia entre los científicos latinoamericanos 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).

<sup>42</sup> Se refiere a la elaboración de tesis para este propósito en CINVESTAV-I. Comunicación directa del Biol. J. Trinidad Ascencio.

<sup>43</sup> Una vez terminada su relación con ISAAA el grupo UAMA siguió realizando actividades de investigación sobre los posibles efectos socioeconómicos del proyecto de papa resistente a virus.

<sup>44</sup> Se refiere al doctor en economía Matin Qaim, cuyos reportes son citados a lo largo de este capítulo.

momento, no se habían presentado problemas para que los diferentes actores involucrados tuvieran acceso a esta tecnología en sus diferentes estados de avance.

De ahí que una parte de la investigación en esta tesis se haya orientado 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 a estimar, en forma paralela, los posibles efectos de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad en el acceso a esta tecnología.

La investigación de campo necesaria para esta tesis se llevó a cabo con el grupo Sociedad y Biotecnología<sup>45</sup>. Un aspecto importante, y que se verá más adelante, 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 de papa para allegarse esta tecnología con base en las condiciones prevalecientes en esta segunda etapa.

#### **5.4.2.3. El acceso a la tecnología de papa resistente a virus para productores agrícolas**

Conviene recordar que fueron cinco las principales expectativas que generó el proyecto CINVESTAV-I, mismas que se asientan en el punto 5.4.1.2. Las dos últimas fueron cubiertas, en buena medida, a lo largo de la primera etapa, las tres primeras, sin embargo, están estrechamente relacionadas con las posibilidades de acceso que tendrían los productores agrícolas a una tecnología como la de papa resistente a virus desarrollada por CINVESTAV-I:

- 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.

Por otro lado, cabe señalar que hay tres consideraciones de inicio, que deben ser tomadas en cuenta si se desean alcanzar estas expectativas:

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 de papa transformada (como tubérculo), como de asistencia técnica que capacite al productor en cuanto a un

---

<sup>45</sup> Posterior a la relación del grupo con ISAAA.

nuevo manejo de los agroquímicos utilizados<sup>46</sup>; 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).

Otra consideración importante está relacionada con los mecanismos para hacer llegar la semilla transformada a los distintos tipos de productores y las especificidades que presentan los mercados formales e informales de semilla de papa. En el caso de mercados formales a donde concurren productores grandes y algunos medianos, los canales serían algunos laboratorios de semilla establecidos. En el caso de mercados informales, una posibilidad sería a través de un programa gubernamental que hiciera llegar las semillas transformadas a los pequeños productores<sup>47</sup>, pero hay especificidades en las diferentes comunidades paperas que deben ser tomadas en cuenta en cualquier programa que se emprenda<sup>48</sup>.

De igual suerte, el número de variedades que han logrado ser transformadas para resistencia a virus es reducido en relación con el total de variedades que se siembran en el país; de hecho, los productores pequeños sólo siembran una de las tres variedades transformadas: la variedad Rosita; en ese sentido, en cualquier programa de introducción 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 anterior 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 solo con la disponibilidad de la tecnología si no 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.

En el siguiente punto se presenta una visión cualitativa de la problemática de los pequeños productores de papa que es representativa de las comunidades estudiadas.

---

<sup>46</sup> 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.

<sup>47</sup> Propuesta de ISAAA (Qaim, 1998).

<sup>48</sup> Massieu *et al* analizan lo anterior en un debate con Qaim publicado en B&D Monitor, N°41 de marzo de 2000).

#### 5.4.2.4. La problemática de los pequeños productores de papa y el proyecto de resistencia a virus: Una visión cualitativa<sup>49</sup>

Desde el primer recorrido a comunidades paperas de pequeños productores en la Sierra de Puebla, empezaron a surgir algunas dudas respecto a la idoneidad de un proyecto como el de papa resistente a virus PVX y PVY para estos posibles usuarios. Sin excepción, los campesinos entrevistados desconocían los efectos de los virus PVX y PVY en la papa y, por otro lado, 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 virósicas, negaban de inmediato la presencia de virus<sup>50</sup>.

Por otro lado, carecían de asistencia técnica oficial desde hacía varios años y la única orientación periódica respecto a plagas y enfermedades provenía de distribuidores en pequeño de agroquímicos, que seguramente no estarían muy inclinados hacia un proyecto como el de papa resistente a virus, el cual, difundido adecuadamente, redundaría en una reducción de los agroquímicos que comercializan estos distribuidores.

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, etc. 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 papa 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 de papa y tubérculos enfermos en algunas de las comunidades de pequeños productores, misma que fue enviada a CINESTAV-I. En los materiales colectados se encontró presencia de virus PVX, PVY y PLRV<sup>51</sup>. Lo que sucede es que los pequeños productores de las comunidades visitadas no los reconocían como problema, lo que

<sup>49</sup> Elaborado con base en Chauvet *et al*, 1998; Chauvet *et al*, 1999.

<sup>50</sup> 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: ¿Cuales virus? Aquí no se ve ninguno.

<sup>51</sup> Dado el desconocimiento de los pequeños productores a 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 CINESTAV-I era sólo saber si existía presencia o no de virus PVX y PVY en algunos materiales enfermos en la zona.

dificultaría 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. Cabe señalar que 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 cultivo 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 Capítulo 6, en el caso del algodón resistente a insectos, éste ha dado mejores resultados cuando se considera a la planta transgénica como un elemento más del manejo integrado de plagas. Por supuesto, en el caso del algodón se trata de las zonas agrícolas de mayor desarrollo en el país, lo que no es el caso para las zonas paperas de pequeños productores. Pero esa es la problemática que debe atacarse: las comunidades de pequeños productores vieron mejores tiempos cultivando la papa, carecen de infraestructura para 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<sup>52</sup>, sin crédito e insumos de mejor calidad; además, el cultivo de papa 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 del tubérculo por una oferta excesiva.

Sin embargo, algunas de dichas comunidades, especialmente las situadas en zonas más altas, tienen buena fama como productoras de semilla y a ellas concurren tanto pequeños como medianos productores de papa de diferentes zonas que siembran diversas variedades rojas. Es cierto, algunas de estas comunidades venden los tubérculos como semillas porque los mismos 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, juegan un papel en mantener una diversidad genética en este cultivo.

Esta situación contrastaba con la de los grandes productores de papa en el norte y centro del país, que utilizaban semilla de mejor calidad, muchas veces producida por los mismos paperos en sus laboratorios de cultivo de tejidos (como es el caso de Biotecnología 2000). Estos productores,

---

<sup>52</sup> 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.



tampoco reconocían tener problemas de enfermedades virosas que afectarían sus rendimientos, ya que la incidencia de estas enfermedades 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.

#### 5.4.2.5. Las visiones de ISAAA y UAMA respecto al acceso de los productores a la tecnología de papa resistente a virus

A continuación se presentan de manera resumida las dos visiones respecto al acceso a la tecnología de papa resistente a virus para distintos tipos de productores a las que llegaron tanto ISAAA, a través del consultor internacional, como el grupo Sociedad y Biotecnología de la UAMA, con el que se realizó una parte importante de la investigación motivo de esta tesis (Cuadros 5.5 y 5.6).

Cuadro 5.5. 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 a través de: Laboratorios de semilla	Acceso a la semilla transgénica a través 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.
Varietades utilizadas: Alpha resistente a PVX y PVY	Varietades 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 <sup>53</sup>	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 Qaim, 2000.

Cuadro 5.6. Acceso a la tecnología de papa resistente a virus según Grupo Sociedad y Biotecnología de UAMA

Tipo de productor: Grande	Tipo de productor: Pequeño
Acceso a la semilla transgénica a través 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 a través de 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

<sup>53</sup> 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, mismo que se usaría para reducir el precio de la semilla de la variedad Rosita a pequeños 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.

	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.
Varietades utilizadas: Alpha resistente a PVX y PVY	Varietades 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 <sup>54</sup>	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, señalando 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 implementación 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 en esta segunda etapa, no había mayores elementos que hicieran pensar que un programa de esta naturaleza podría ser emprendido. 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 de papa. 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).

Con respecto a 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 muy especialmente poco deseable. La diversidad de variedades agrícolas que siembran pequeños productores en las comunidades visitadas asciende a más de 10.

<sup>54</sup> Igual a la nota anterior.

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, en 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 de este proyecto: los pequeños productores. Si se retoma la conceptualización del acceso presentada en el Capítulo 2, desde la perspectiva de ISAAA el acceso no significaría mayor problema si se realizara a través de 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 de papa resistente a virus a 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 a 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, estas diferencias -como se señaló con anterioridad- son frecuentes en desarrollos tecnológicos multidisciplinarios y deben ser reconocidas y enfrentadas ya que pueden afectar la marcha general de un proyecto. En las entrevistas realizadas a diferentes lugares 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 era quien estaba realizando las evaluaciones- y el personal de CINVESTAV que había desarrollado el proyecto<sup>55</sup>.

---

<sup>55</sup> Invariablemente a lo largo de esta investigación, cuando se realizaron entrevistas al personal INIFAP encargado de las pruebas de campo de las papas transgénicas, los responsables de las pruebas iniciaban la entrevista con una presentación formal acerca del cultivo de la papa en México, los principales problemas que enfrentaba, la importancia de enfermedades plagas y malezas, y el lugar que dentro de estas tenían las enfermedades virosas, 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 de la papa (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

Por otro lado, en esta segunda 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. En lo que respecta a 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. Cabe señalar que 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 esta segunda etapa empezó a haber cambios en torno a los transgénicos que provocaron modificaciones en el ambiente de la red en la tercera etapa; es importante recordar que los cambios en el ambiente de la red pueden proveer oportunidades, pero también restricciones, para la acción individual.

### **5.4.3. La tercera etapa**

La tercera etapa del proyecto abarca desde la creación de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), el 5 de noviembre de 1999, hasta principios de mayo del 2001 en donde 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. Durante esta etapa, el proyecto ha continuado con el mantenimiento de las variedades transformadas, y se esperaba 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 -Rosita y Norteña- podría esperarse durante 2001. Para la segunda mitad de 2001 sin embargo, esto 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 sucediera en 1999. Una explicación a lo anterior puede estar relacionada con el ambiente de la red, el cual empezó a volverse más turbulento a nivel internacional, pero también a nivel nacional:

#### **5.4.3.1. El ambiente en la tercera etapa**

Como se señaló en el Capítulo 3, en el nivel 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 prevaeciente al establecimiento del protocolo promovía la inclusión de reglas que intentaban proteger el ambiente. Diversas ONG de corte ambientalista empezaron a ser reconocidas como

---

CINVESTAV-I y era notoria la carencia de recursos económicos e infraestructura para la realización de las pruebas por parte del personal INIFAP.

actores importantes en actividades regulatorias en materia de bioseguridad a nivel internacional, lo que empezaba a manifestarse en retrocesos en las estrategias de las empresas en tomo 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, como se vio en el Capítulo 4, 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 ambiente internacional prevaleciente 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 de bioseguridad adicionales a las establecidas en la NOM-056-FITO-1995 -para las solicitudes que ya habían pasado la evaluación en campo a nivel experimental- tal era el caso del algodón resistente al ataque de insectos, que se había venido sembrando bajo este esquema en el norte del país (este caso se presenta en el Capítulo 6 de esta tesis). 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<sup>56</sup>, 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 de bioseguridad en Cartagena en enero de 1999<sup>57</sup>, 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 de parte de ONG ambientalistas en México, los cuestionamientos recibidos por los transgénicos a nivel internacional y la oposición que tenía el maíz transgénico en el país, fueron llevando a algunos académicos con gran experiencia en materia de bioseguridad a proponer el monitoreo de los organismos mejorados genéticamente a mediano y largo plazo, como una posible solución a tales cuestionamientos. Esta era una medida que ya había sido implementada o planteada por los gobiernos de países como Estados Unidos y Japón (Álvarez-Morales, 2000:93).

Álvarez-Morales reconocía que monitorear, a mediano y largo plazos, las plantas transgénicas 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 debía ser el monitoreo?, ¿Cómo podrían evaluarse los resultados más significativos?

Asimismo se planteaban interrogantes no técnicas que son importantes, para los propósitos de esta investigación: ¿Quién debe realizar el monitoreo? y ¿Quién debe pagar por él?.

---

<sup>56</sup> 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.

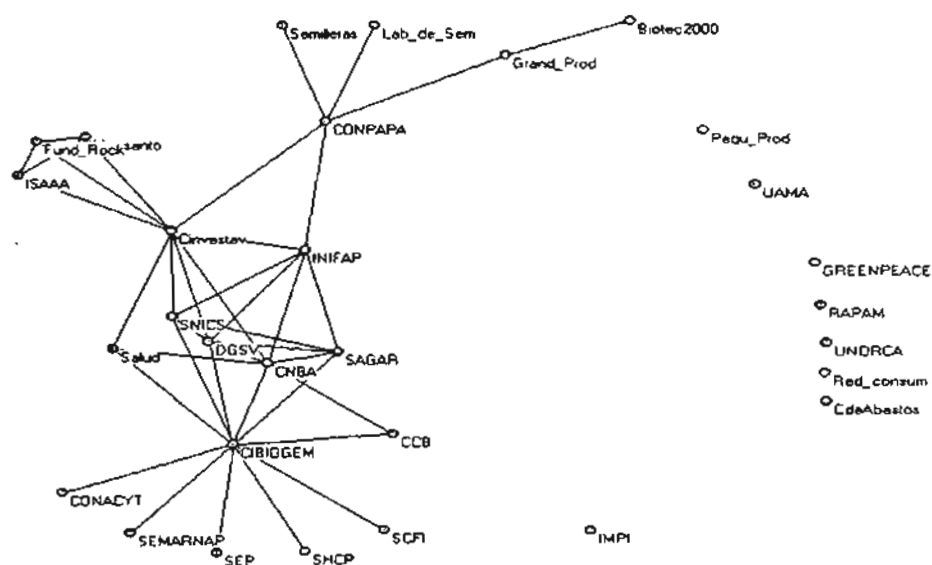
<sup>57</sup> Cuando estaban los países reunidos para la firma del protocolo en Cartagena, Col., GreenPeace México citó a los medios de comunicación a una conferencia de prensa en el Ángel de la Independencia en la Cd. de México y colocó una manta a lo largo de este monumento acerca del maíz transgénico y sus riesgos. La foto dio la vuelta al mundo y fue la primer acción pública de GreenPeace contra los OGM en el país.

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.

### 5.4.3.2. Los actores y las actividades realizadas en la tercera etapa

En la Figura 5.6 se puede observar que la red de papa interconectó a un grupo importante de actores alrededor de CIBIOGEM y CCB, los cuales fueron creados en esta tercera etapa; de allí que, a diferencia de las etapas anteriores, los nodos que los representan aparezcan del mismo tono que el de los actores restantes. En esta tercera etapa también CINVESTAV-I dejó de ser el actor más central, papel que toma CIBIOGEM, al menos en teoría<sup>58</sup>.

Figura 5.6. Red de actores. Tercera etapa



FUENTE: Matriz de Enlaces Reales. Tercera Etapa, con representación gráfica mediante Pajek.

En la figura se observa una red más balanceada, en la cual CIBIOGEM, CINVESTAV, CNBA, DGSV e INIFAP agrupan a su alrededor a un mayor número de actores; sigue habiendo un grupo de actores que no ha tenido mayor participación en la red de papa como es el de las ONG, pero ésta es una situación que puede cambiar en cualquier momento.

<sup>58</sup> Se refiere a que desde el momento de su creación, la CIBIOGEM 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. Lo anterior derivado posiblemente del momento político que se vivía en el país en torno a la sucesión presidencial.

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 UAMA. Así, aunque el Grupo Sociedad y Biotecnología siguió adelante con un proyecto en el que se 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<sup>59</sup>.

En la matriz de bloques para esta etapa se observan cuatro grupos de actores con posiciones estructuralmente equivalentes (Tabla 5.3). Los actores agrupados en el primer bloque realizaban actividades que tenían que ver con regulación en aspectos de bioseguridad en esta tercera etapa. 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. Es importante destacar que el propósito de proteger la propiedad intelectual de este desarrollo para CINVESTAV-I e INIFAP no es comercial, si no el de asegurar que las variedades de papa desarrolladas puedan llegar a los productores sin ningún cargo.

En el segundo bloque aparecen casi todas las entidades de la administración pública federal cuyas actividades en materia de bioseguridad son coordinadas por la CIBIOGEM, con excepción de SAGAR, que aparece en el primer bloque<sup>60</sup>. Esta situación no es de extrañar y refleja la importancia operativa que ha tenido la SAGAR en aspectos de bioseguridad, pero también es resultado del papel que juega esta entidad en aspectos de propiedad intelectual a través de SNICS. También aparece el CCB, órgano de consulta obligatoria para la CIBIOGEM integrado por 13 investigadores de reconocido prestigio en aspectos de bioseguridad y formulación de políticas. Cabe destacar que, a diferencia del CNBA, este órgano integró desde su inicio a un investigador del área de estudios sociales, así como a dos investigadores que forman parte del sector privado. Sin embargo, no se ha incluido hasta el momento la participación de ningún representante del sector social.

---

<sup>59</sup> En este sentido la investigación desarrollada por UAMA 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 UAMA, podrían ser de gran utilidad para la toma de decisiones de algunos de los actores involucrados.

<sup>60</sup> Cabe resaltar que la diferencia de SAGAR con las otras entidades radica en la participación que a nivel operativo ha tenido esta dependencia tanto en la regulación como en la promoción de este proyecto.



Tabla 5.3. Matriz de Bloques (Concor). Tercera etapa

Blocked Matrix

	1	1	2	2	1	1	2	3	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2																		
	1	7	6	7	8	9	6	7	8	8	4	5	9	0	5	4	1	3	2	2	3	6	0	1	5	9	4	3	2	0							
	C	C	I	D	C	S	S	C	C	S	S	S	S	S	B	F	C	M	I	G	S	L	I	G	U	U	C	P	R	P							
1 Cinvestav	1	1	1	1	1			1							1	1	1	1																			
17 CIBIOGEM								1	1	1	1	1	1	1																							
6 INIFAP	1																																				
7 DGSV	1	1	1	1	1	1																															
8 CNBA	1	1	1	1	1			1	1																												
9 SNICS	1	1	1	1	1	1																															
16 SAGAR	1	1	1	1	1	1																															
27 CONACYT	1																																				
18 CCB	1		1																																		
28 SEP	1																																				
14 Salud	1	1		1																																	
15 SEMARNAP	1																																				
29 SHCP	1																																				
30 SCFI	1																																				
5 Biotec2000																																					
4 Fund_Rock																																					
11 CONPAPA	1	1																																			
3 Monsanto	1																																				
2 ISAAA	1																																				
12 Grand_Prod																																					
23 Semilleras																																					
26 Lab_de_Sem																																					
10 IMPI																																					
21 GREENPEACE																																					
25 UAMA																																					
19 UNORCA																																					
24 CdeAbastos																																					
13 Pequ_Prod																																					
22 Red_consum																																					
20 RAPAM																																					

R-squared = 0.408

Fuente: Matriz de Enlaces Reales. Tercera etapa, obtenida mediante Ucinet.

Si se compara esta matriz de bloques de la tercera etapa con la de la primera (Tabla 5.1), 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 tipo regulatorio.

Por su parte, la inclusión de ISAAA, Monsanto y Fundación Rockefeller en el tercer bloque de relaciones junto con actores como CONPAPA, Semilleras etc., refleja la disminución de actividades de este grupo de actores 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 esta tercera etapa.

El último bloque incluye a los actores que no establecieron conexiones en esta tercera etapa. Destacan en este bloque 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. Este 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 la tecnología de papa resistente a virus implicaría destinar recursos y establecer mecanismos de coordinación adicionales a los que existen, a diferentes niveles<sup>61</sup>. En este proceso el gobierno tendría que jugar 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 los cultivos transgénicos y los niveles deseables de adopción.

Por lo que corresponde a algunas ONG como GreenPeace, UNORCA, RAPAM, y Redes de Consumidores, es importante destacar que el proyecto de papa no ha despertado en ellas interés, probablemente por la menor importancia relativa de la papa con respecto al maíz<sup>62</sup>. También es posible que el proyecto de papa, al estar siendo 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 Norteamérica, 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 regulatorias en bioseguridad, como se observa en la Cuadro 5.7. De ahí que los subgrupos cohesivos, más que los actores individuales, hayan mostrado mayor capacidad para establecer la orientación del proyecto, ya que consignan interacciones estrechas entre actores, mismas que pueden dar cuenta de la emergencia de consenso en el establecimiento de objetivos comunes; aspectos que son de gran importancia en la construcción de sistemas y en consecuencia, de la orientación que puede seguir una tecnología determinada.

Cuadro 5.7. Agrupaciones de actores generadas en la tercera etapa del proyecto y las 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 <sup>63</sup>
CNBA, CIBIOGEM, CCB	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos

<sup>61</sup> Ver Cuadro 5.6.

<sup>62</sup> Se refiere a la importancia social, económica y cultural del maíz con respecto a cualquier otro cultivo en el país.

<sup>63</sup> El énfasis es en Salud ya que el CNBA había empezado a apoyar desde la segunda etapa algunas consultas en esta materia.

DGSV, SNICS, SAGAR, CIBIOGEM	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos y propiedad intelectual
CINVESTAV-I, ISAAA, Monsanto y Fundación Rockefeller	Actividades de producción de tecnología <sup>64</sup>
INIFAP, DGSV, CNBA y SAGAR	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos
CINVESTAV-I, INIFAP, DGSV y CNBA	Regulación: Bioseguridad aspectos agronómicos
INIFAP, DGSV, SNICS y SAGAR	Regulación: Aspectos de propiedad intelectual <sup>65</sup>
CINVESTAV-I, INIFAP, DGSV y SNICS	Regulación: Aspectos de propiedad intelectual
CINVESTAV-I, INIFAP, CONPAPA	Promoción no gubernamental <sup>66</sup>
CINVESTAV-I, CNBA y Salud	Regulación, aspectos de bioseguridad <sup>67</sup>

Fuente: Propiedades de las redes obtenidas utilizando UCINET V. Copyright © 1999-2000 Analytic Technologies (ver Anexo B)

Las actividades desarrolladas por los subgrupos cohesivos que se formaron en esta etapa han sido principalmente regulatorias en aspectos de bioseguridad, con mayor énfasis en evaluaciones agronómicas, lo anterior se refuerza al observar que los actores que aparecieron juntos más veces en estos subgrupos fueron INIFAP, DGSV y SAGAR (ver Figura B.5.12 en Anexo B).

Algunos autores sin embargo resaltan como un gran logro el proceso de construcción de capacidades en actividades de investigación y desarrollo de plantas transgénicas que obtuvo CINVESTAV-I gracias al proyecto de papa resistente a virus<sup>68</sup> (Arellano, 2000). Es innegable que la participación de CINVESTAV-I en este proyecto le ahorró tiempo a esta institución en el proceso de construcción de capacidades para desarrollar una planta transgénica<sup>69</sup>, pero no es allí donde radican los principales logros del proyecto, ya que CINVESTAV-I -por sus capacidades y contactos- podía haber avanzado sin la participación de Monsanto en la obtención de papas resistentes a virus, partiendo de conocimiento con menos restricciones, o allegarse el conocimiento necesario a partir de otras interacciones<sup>70</sup>. Además, el ahorro de tiempo que logró CINVESTAV-I 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.

<sup>64</sup> Se refiere al mantenimiento de las líneas transformadas, así como la continuación de pruebas de campo.

<sup>65</sup> La participación de DGSV se refiere a que los materiales a registrar deben obtener previamente la autorización de esta dependencia en aspectos de bioseguridad.

<sup>66</sup> Se refiere a actividades de intercambio de información respecto al avance del proyecto.

<sup>67</sup> Se refiere a la realización de tesis en CINVESTAV-I sobre aspectos de bioseguridad alimentaria.

<sup>68</sup> Para Arellano, además, el proyecto representó un gran logro en términos de la construcción genética utilizada (2000).

<sup>69</sup> Como se señaló el proyecto representó un ahorro de tres años para CINVESTAV-I 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, la producción de papa en 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 de papa durante algunos años, lo que disminuyó el sentido de urgencia de un proyecto de esta naturaleza.

<sup>70</sup> CINVESTAV-I es uno de los mejores centros de investigación en biotecnología de plantas a nivel latinoamericano y tiene experiencia en proyectos de colaboración internacionales y nacionales, así como de negociación de tecnología a diferentes niveles.

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. Esto tuvo repercusiones a nivel nacional. Aunque en menor medida, el proyecto ha servido también, para ganar experiencia en aspectos de propiedad intelectual. Sin embargo, sus primeros dos objetivos relativos a incrementos en productividad y mejoras en el ambiente no han podido alcanzarse, seguramente 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 centrales<sup>71</sup> a lo largo de las tres etapas del proyecto: CINVESTAV-I y CIBIOGEM (ver Tabla 5.4.).

CINVESTAV-I 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<sup>72</sup>, 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<sup>73</sup>.

Tabla 5.4. Los actores más centrales a lo largo del proyecto

Indicadores de Centralidad\*

Actores/etapas	Prin90	Fin90	Act01
CINVESTAV-I	34.5	34.5	31.0
ISAAA	17.2	224.1	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 del anexo B, calculadas por el Programa Ucinet V, con base en la definición de Freeman, 1979

<sup>71</sup> En relaciones no direccionales como las utilizadas en este caso, un actor central es aquel que está involucrado en muchos enlaces.

<sup>72</sup> Se refiere a las actividades que ha tenido que realizar en el proyecto de papa resistente a virus.

<sup>73</sup> Si se revisan los resultados del proyecto en términos de publicaciones –un resultado que si 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.

De ahí que, la experiencia CINVESTAV-I en aspectos regulatorios haya dado lugar a un mayor número de publicaciones y participaciones en eventos que los aspectos científicos y técnicos del proyecto. Pero este tipo de resultados son calificados con menos puntaje en evaluaciones académicas.

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-I 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 jugado por CINVESTAV-I en el caso de la papa resistente a virus, ¿estaría dispuesto CINVESTAV-I 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 año 2000<sup>74</sup> 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-I-, si no también con capital social<sup>75</sup>. 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 desarrollo y difusión de nueva tecnología, proporcionando el marco dentro del cual los gobiernos formulan e implementan políticas para influenciar el proceso de innovación (Metcalf, 1995:409-512). Un proyecto como el papa resistente a virus necesitaría de actores adicionales a CINVESTAV y CIBIOGEM con capacidad para manejar<sup>76</sup> 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, de participen en el establecimiento

<sup>74</sup> 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 y consumo y, en general, al uso y aprovechamiento de los OGM, sus productos y subproductos.

<sup>75</sup> 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, etc. Dr. José Luis Molina (comunicación personal). Para la OECD, el capital social estructural se refiere a las conexiones a otras personas u organizaciones (2000:87).

<sup>76</sup> En el sentido de *management*.

de normas, de realizar los procesos de prueba y evaluación y de la tecnología y de generar ventajas capaces de atraer a empresarios del sector privado, público y social.

Esa transformación de la red en sistema difícilmente puede ser el resultado de dejar este tipo de proyecto a las libres fuerzas del mercado, ya que se trata de mercados en formación en donde el involucramiento de nuevos actores (o de los mismos) realizando nuevas actividades, debe ser resultado de actividades de promoción, al menos de promoción no gubernamental para el caso de grandes productores y, necesariamente, de promoción gubernamental para pequeños productores:

Los grandes productores cuentan con sistemas de producción modernos, para el cultivo de la papa utilizan riego, concurren a un mercado formal de semilla 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 los mencionados laboratorios de semillas donde se reproduciría la tecnología de papa resistente a virus.

Como ya se señaló, es probable que la utilización de semillas de papas resistentes a virus contribuya a incrementar rendimientos; sin embargo, para que la utilización de este tipo de semilla permita reducir costos de producción (lo cual sería un elemento importante para su adopción) se requeriría, también de asistencia técnica para que el productor supiera 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 tal vez requeriría de actividades de promoción conjunta, tanto gubernamental como no gubernamental.

En el caso de pequeños productores, su sistema de producción es tradicional, el cultivo de la papa es de temporal y no cuentan con un mercado formal de semilla. Difundir una tecnología como la de papa resistente a virus requeriría, necesariamente de programas de promoción gubernamental que hicieran posible el acceso de los pequeños productores a esta tecnología; de ahí de la validez de las observaciones del grupo Sociedad y Biotecnología, asentadas en el cuadro 5.6. relativas a las dificultades que enfrentaría un programa de promoción gubernamental para este cultivo y, en su caso, las características que debería tener.

#### **5.4.4. El escenario del proyecto**

Los actores y las interacciones -que se han venido observando en el desarrollo de la papa resistente a virus, 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 señaló en el Capítulo 2: "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 esta tercera etapa han surgido algunos "focos rojos" y disposiciones en materia de bioseguridad tanto a nivel nacional como internacional que aconsejan mayor prudencia respecto a los productos transformados para resistencia a virus y para los productos transgénicos en general. Tales focos rojos y disposiciones se listan en el Cuadro 5.8.

Cuadro 5.8. Medidas y recomendaciones recientes en torno a plantas transgénicas que guardan relación con las papas resistentes a virus desarrolladas por CINVESTAV-I

Fecha	Medida o recomendación	Fuentes específicas
Principios de 2000	Monitoreo ambiental a mediano y largo plazos de las plantas liberadas en países como México.	Propuesta del Dr. Ariel Álvarez Morales, Presidente del CCB (Álvarez, 2000:93-94)
Abril de 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 a través de genes de la cápside viral	Reporte de un panel de la US National Academy of Sciences (NAS, 2000:261).
Febrero de 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 Scientific American (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 piloto<sup>77</sup> 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 se retoma la Tabla 2.2 la tecnología de papa resistente a virus, como se conceptualizaba en sus inicios, podría ser ubicada en el cuadrante *ii* (como un Proceso complejo/producto simple)<sup>78</sup>; este tipo de tecnología no requería de vigilancia especial en aspectos de bioseguridad; actualmente sin embargo, por los cambios que ha habido en el ambiente de la red, que advierten sobre la necesidad de establecer regulaciones más estrictas, tanto su desarrollo como su utilización quedarían enmarcados en el cuadrante *iv* (Proceso complejo/producto complejo)<sup>79</sup>.

Lo anterior afectaría tanto el perfil de los actores que participaran 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 necesitaría su adecuado manejo a nivel ambiental para reducción de insecticidas,
- la realización de pruebas piloto en materia fitosanitaria y ambiental que plantea necesidades de recursos que -a diferencia del cultivo del algodón en el norte del país- no están presentes en las zonas paperas donde se encuentran ubicados los pequeños productores,
- la implementación de las nuevas disposiciones en materia de bioseguridad implicaría 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 su parte, atender los cuestionamientos en materia de marcadores de selección implicaría iniciar un nuevo proyecto.

Estas perspectivas plantean un escenario de no difusión de la tecnología de papa resistente a virus desarrollada por CINVESTAV-I, con las características actuales.

---

<sup>77</sup> 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.

<sup>78</sup> El desarrollo de una tecnología como la de papa resistente a virus podía ser considerado como un proceso complejo, que daba como resultado un producto equivalente sustancialmente a una papa obtenida por métodos convencionales, es decir un producto simple.

<sup>79</sup> Es decir, que el desarrollo de la papa resistente a virus seguiría siendo el resultado de un proceso complejo, pero las papas obtenidas requerirían ahora de la implementación de un sistema de monitoreo en campo y de control de su uso: Todo lo anterior convertiría a la papa resistente a virus desarrollada por CINVESTAV-I en un producto complejo.



### 5.4.5. 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 presentadas en el punto 4.4.

En la Figura 5.7 se puede apreciar cómo ha venido evolucionando la complejidad institucional en torno al proyecto de papa resistente a virus. Cabe destacar que en la mencionada figura, los actores se representan en posiciones fijas a través de las tres etapas estudiadas, con lo cual se puede distinguir gráficamente la evolución de los enlaces. Como se señaló con anterioridad, la proliferación de enlaces guarda una estrecha relación con actividades regulatorias.

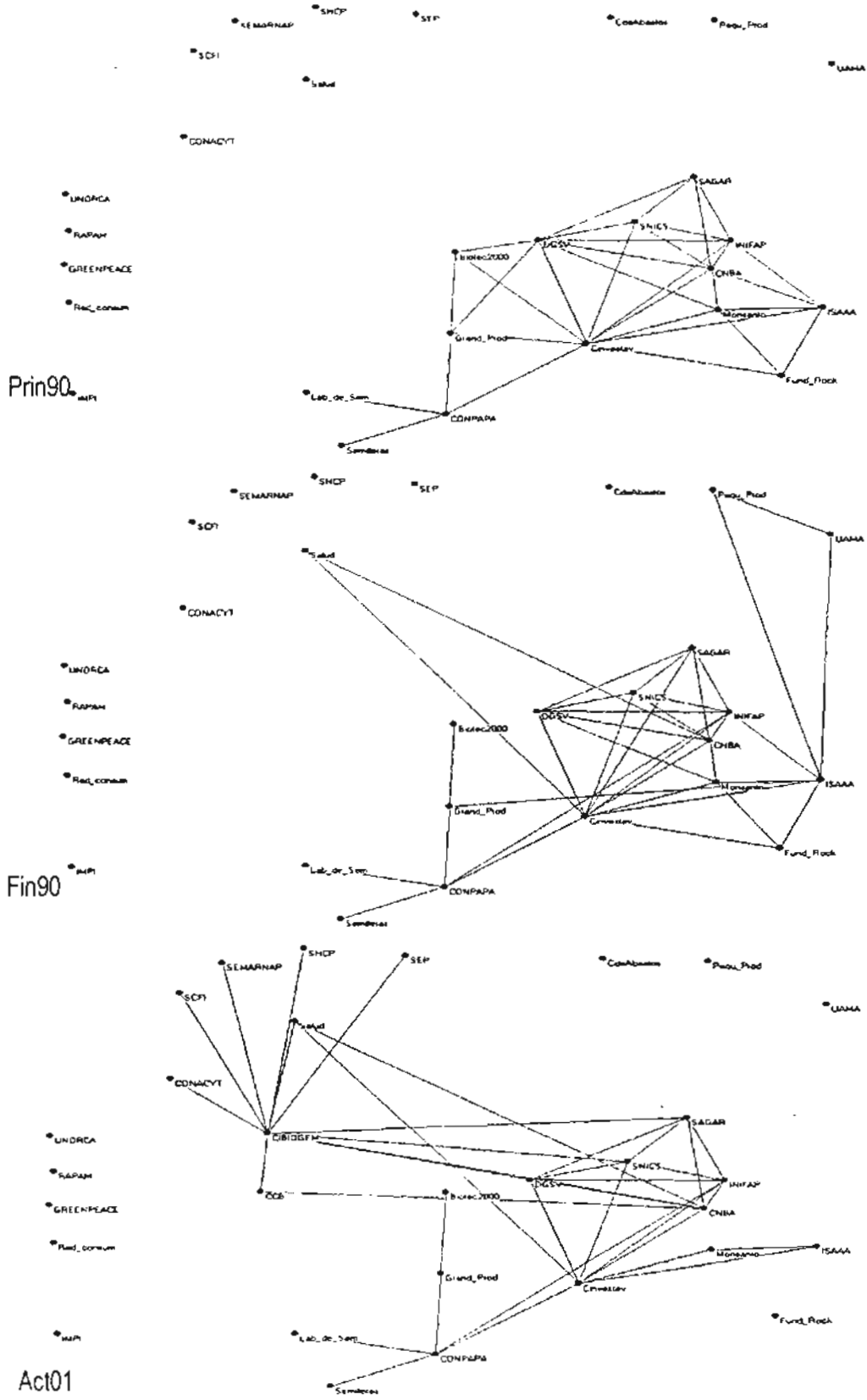
Es importante destacar sin embargo que ese énfasis en regulaciones no sólo respondió a los objetivos de los grupos cohesivos que se fueron formando a lo largo del proyecto, ya que ellos buscaban el establecimiento de marcos regulatorios menos restrictivos en materia de bioseguridad; de ahí que los cambios 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 mencionada complejidad institucional, sin embargo, 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 de realizar todas las actividades relacionadas con el uso seguro de la biotecnología, en particular, con la de monitorear la papa resistente a virus después de su liberación comercial, como también las referentes al financiamiento de esta actividad<sup>80</sup>. Por su parte, la propiedad intelectual y más específicamente los aspectos relacionados con 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 el desarrollo del proyecto, pero limitó el número y tipo de variedades transformadas.

---

<sup>80</sup> Ver Álvarez, 2000:90-96.

Figura 5.7. Evolución de la Red de Papa Transgénica



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<sup>81</sup>. Sin embargo, los cambios que están ocurriendo en el ambiente en la tercera etapa, plantean la necesidad de realizar pruebas piloto, así como de establecer estrategias de monitoreo ambiental de plantas transgénicas resistentes a virus -específicamente para las transformadas por los métodos utilizados por CINVESTAV-I en este proyecto-. Lo anterior modifica la situación inicial relativa a 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<sup>82</sup>, se requerirían más recursos humanos, técnicos y económicos, así como una organización diferente para la adopción ampliada de esta tecnología en general.

El acceso de los pequeños productores a las papas resistentes a virus -en este caso- 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 esta, son muy distintas entre los grandes productores del norte del país y los pequeños productores. De hecho, desde hace tiempo que los pequeños productores no cuentan con este tipo de apoyos, mismos que serían 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 los aspectos relacionados con bioseguridad limitaría el acceso de los pequeños productores a esta tecnología (Hipótesis 1).

En relación con 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 anterior hace patente por un lado, la necesidad de ampliar la base de participación social en este proyecto y por el otro, de mejorar la capacidad de consumidores y usuarios de las innovaciones agrobiotecnológicas 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 regulatorios *ad hoc*.

---

<sup>81</sup> En una reciente publicación sobre biotecnología moderna en México (ver 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 materia de bioseguridad - 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.

<sup>82</sup> 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.

Al respecto, es importante destacar que el proyecto de papa resistente a virus ha contribuido a mejorar los marcos regulatorios 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 los aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual en este proyecto *versus* su creciente interés en temas como el del maíz transgénico, refleja no solo la importancia socioeconómica, cultural y ambiental del maíz sobre la papa, también puede ser un reflejo de que el proyecto, está siendo desarrollado por un centro de investigación público y -salvo algunos cuestionamientos iniciales respecto a 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<sup>83</sup>. 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 nivel local, así como presionar para el establecimiento de marcos regulatorios 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 bioseguridad recomendadas para las plantas resistentes a virus resultado de investigaciones recientes (algunas de estas recomendaciones se asientan en el Cuadro 5.8). A la luz de varias de estas medidas y recomendaciones, las estrategias para hacer llegar la papa resistente a virus a los pequeños productores, vía la utilización como semilla, de la papa 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. Lo anterior es 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 señalado en el capítulo 3, 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).

---

<sup>83</sup> Cabe recordar que la campaña en contra de maíz transgénico en el país es liderada por GreenPeace.

## 6. 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<sup>1</sup>; desde entonces ha habido 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, generando a veces 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 -a través de la inserción de genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis*- causó grandes expectativas en el mundo. El biopesticida más usado proviene de esta bacteria<sup>2</sup> y -por sus características de especificidad a especies-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<sup>3</sup>. 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 aún las partes de la misma que son de difícil acceso para otros insecticidas. Hay otros beneficios sin embargo que son más controvertidos, como son el que la toxina sea menos susceptible a degradarse que cuando se

---

<sup>1</sup> En 1962, Rachel Carson, en su libro Primavera Silenciosa, advirtió sobre los peligros de utilizar algunos plaguicidas químicos, su libro ha sido básico para el movimiento ambientalista en el mundo.

<sup>2</sup> 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 que han sido descritas, cada cepa produce cristales de su propia y única proteína insecticida, también llamada toxina (Neppl, 2000:1).

<sup>3</sup> Aunque el *B. thuringiensis* estuvo disponible a nivel comercial 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 ser no ser efectivos por el surgimiento de resistencia en los insectos (Neppl, 2000:1).

asperja sobre la planta y el 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 afectar a organismos no objetivo, etc.

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<sup>4</sup>. Por otro lado, la mayor parte de cultivos Bt que se están comercializando en el mundo han sido desarrollados por grandes complejos agrobiotecnológicos y se trata de tecnologías protegidas por DPI cuya utilización, en algunos casos, requiere de una licencia para usar la tecnología, 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 través de un contrato de licencia para el uso de la tecnología genética. El contrato se celebra entre Monsanto y el licenciatario -que puede ser tanto un productor agrícola como una asociación en participación -quien 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 plantea 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. La evaluación y vigilancia de estos cultivos 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: gobierno federal y estatal, productores, semilleras, complejos agrobiotecnológicos, productores, comités expertos e instituciones de investigación, así como con nuevos actores, tales como organizaciones ambientalistas y consumidores, etc<sup>5</sup>.

En este sentido la advertencia de algunos analistas relativa a que, en el caso de países de menos desarrollo, la biotecnología agrícola involucra retos adicionales- tales como: ¿de dónde van a sacar los recursos para el adecuado manejo de los aspectos de bioseguridad y propiedad intelectual?, como

---

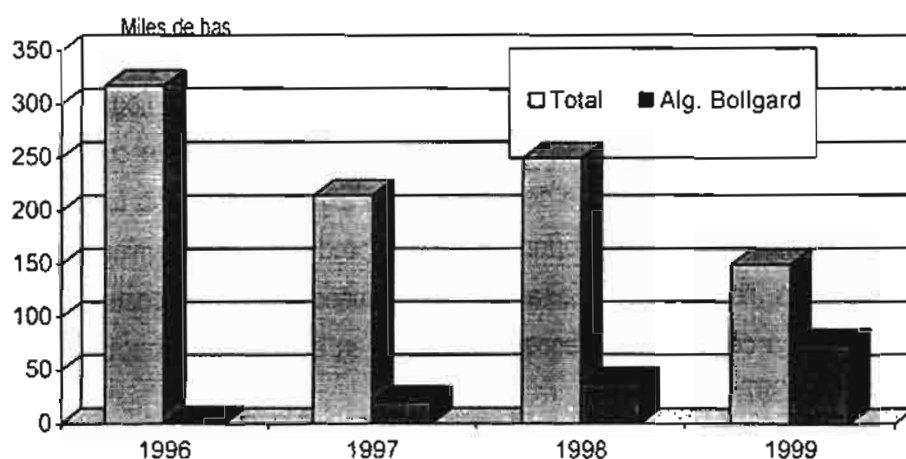
<sup>4</sup> El establecimiento de refugios consiste en destinar un área dentro del cultivo Bt y plantarlo con plantas No-Bt. En esta área se mantiene una población de insectos susceptibles que pueden aparearse con los insectos resistentes que hayan sobrevivido en el área del cultivo Bt. Al ocurrir lo anterior la resistencia, cuando es un carácter recesivo, no se expresa en la progenie y se retrasa su aparición.

<sup>5</sup> 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.

también el reto de ¿quién va a pagar por ellos? cobra mayor relevancia en el caso de los cultivos con propiedades plaguicidas.

Cabe señalar que desde agosto de 1995, en el país se ha sembrado algodón transgénico resistente al ataque de insectos en cantidades cada vez más significativas (Ver Figura 6.1.).

Figura 6.1. Superficie sembrada de Algodón Bollgard en México



Fuente: SAGAR

Hasta mediados de 2001, este algodón ha estado sujeto a una vigilancia más estricta que cualquier otro cultivo no transgénico, tanto por parte de DGSV, como por parte de las empresas responsables, otras dependencias competentes a nivel estatal y federal, o bien por parte de los productores y asociaciones de los mismos. Esta vigilancia tiene el propósito de obtener los elementos que le permitan a DGSV autorizar -ó no- la liberación comercial<sup>6</sup> del algodón resistente al ataque de insectos en el país. Dicha vigilancia ha implicado destinar un gran número de recursos humanos y técnicos, y también 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 también 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 -que es la marca que actualmente se comercializa- es el primer producto transgénico que se ha distribuido en México a mayor escala por periodos prolongados y esto se ha hecho a través de un contrato de licencia para el uso de esta tecnología, entre el productor y el complejo

<sup>6</sup> La 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 DGSV) una vez que esta ha sido autorizada (ver 3.1.3. del Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-FITO 2000).

agrobiotecnológico, la manera en que estos contratos de licencia puedan afectar a los productores y a la 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 el desarrollo y uso de estas tecnologías en un país como México.

## 6.1. La producción de algodón en el país

Las series históricas disponibles en México registran que en los años sesenta se llegaron a sembrar 800,000 has, llegando a producir hasta 2.5 millones de pacas de este importante cultivo que es el algodón (Armendáriz, 1997a:14-15). Conviene destacar que el algodón mexicano fue, por muchos años, un producto de exportación de gran importancia, pero su producción fue disminuyendo 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 en el precio internacional de la fibra (Cárdenas-Rodríguez *et al*, 1997:4).

Algunos de estos factores han sido objeto del esfuerzo de diferentes actores para modificarlos – 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 el año de 1996, que fue el año récord en este periodo, la superficie sembrada de este cultivo alcanzó apenas la mitad de la extensión cultivada en los años sesenta; es más, durante el bienio 92-93, sólo se sembraron 49 y 42 mil hectáreas, respectivamente, esto es, alrededor de una vigésima parte del nivel histórico (ver Cuadro C.6.1. en el anexo estadístico).

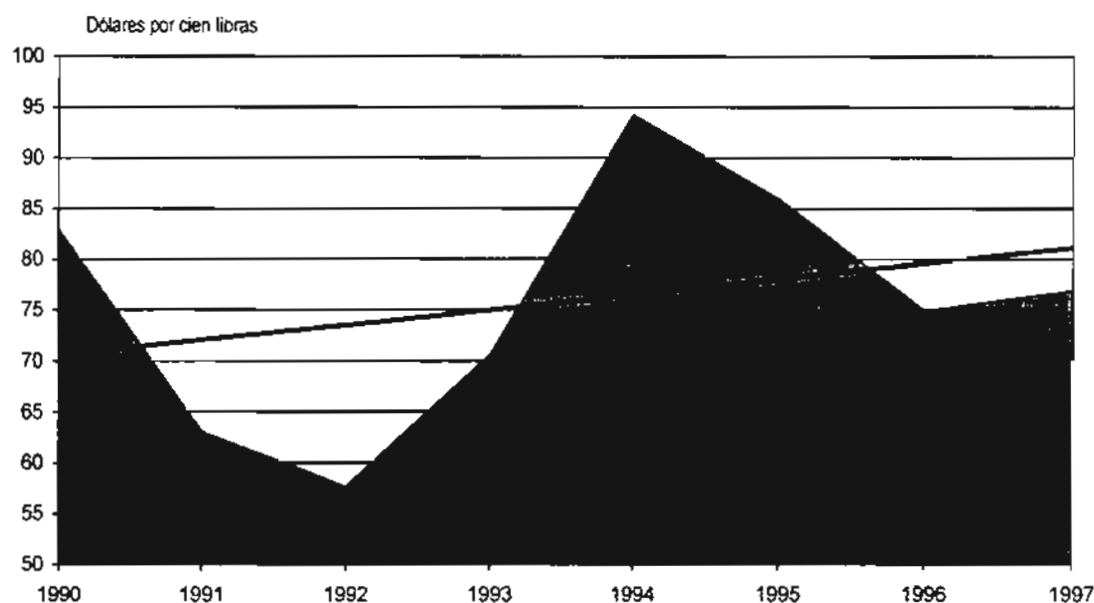
En el mencionado bienio 1992-1993 la superficie sembrada de algodón en el país tuvo esa brusca caída debido, principalmente, a la drástica disminución del precio internacional -que de 75 dólares americanos por 100 libras<sup>7</sup> en el ciclo anterior cayó a 52- (Cárdenas-Rodríguez *et al*, 1997:4). Conviene aclarar que si el precio se mantiene arriba de 65 dólares por 100 libras, la decisión de sembrar o no el algodón 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 (fundamentalmente a través de Procampo y de Pagos fitosanitarios por hectárea) que, aunados a una inusitada alza registrada en el precio internacional de la fibra (92 dólares americanos por 100 libras), alentaron su cultivo, el cual registró un alza considerable en la superficie sembrada elevándola a más de 175,000 has en dicho año (Armendáriz, 1997b:17) (ver Figura 6.2. y Cuadro C.6.1. en anexo estadístico).

---

<sup>7</sup> 100 libras equivalen a un quintal.



Figura 6.2. Comportamiento de los precios internacionales del algodón 1990-1997



FUENTE: SAGAR

Ya en 1995 se sembraron 294,512 has. y en 1996 se alcanzó la cifra récord para el periodo analizado de 314,776 has. Los incrementos del precio internacional de la fibra alcanzaron cotizaciones muy altas a principios de 1995, donde hubo meses en que superó los 100 dólares americanos por 100 libras, de ahí que en ese año se previera un buen incremento en la superficie algodонера 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 (ver Cuadro C.6.2. en anexo estadístico).

En 1996 los precios del algodón descendieron por debajo de los 80 dólares americanos por 100 libras, esta gran inestabilidad en el precio internacional de la fibra ha dado como resultado que tanto el gobierno federal como los estatales, otorguen apoyos importantes a este cultivo de muy diversa índole y que pueden cubrir desde aspectos fitosanitarios, precios a futuro, etc., mismos 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 nivel nacional.

Pero no sólo los precios internacionales mostraron grandes variaciones, la demanda nacional de la fibra se incrementó de 800,000 pacas en 1995 a 1.5 millones de pacas en 1997. Y como una demanda creciente de una materia prima ha sido siempre un determinante importante 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 12 estados de la República

desarrollaron, a fines de 1997, un programa orientado a estimular la siembra de este cultivo a fin de alcanzar 280,000 has en 1997 y llegar a 400,000 para el año 2000. En 1997 se estimaba que en el país se disponía del orden de 400,000 has. 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 has en ese año<sup>8</sup> (ver Cuadro C.6.1. en anexo estadístico).

En 1998 hubo un repunte en la superficie sembrada con respecto al año anterior y se alcanzaron casi 250,000 has. 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 a la baja demanda de fibra de origen nacional y a las dificultades que estaban enfrentando los algodoneiros 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 100,000 has y hubo una caída de 55% en la producción de pacas de algodón (Armendáriz, 1999c:12-16) (ver Cuadro C.6.1. en anexo estadístico). 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<sup>9</sup>, pero de acuerdo con la Unión de Productores de Algodón de la República Mexicana en el 2000<sup>10</sup> sólo se sembraron 74,603 has. (cifra que corresponde con otros estimados).

Es importante destacar que dentro del año agrícola, aun cuando se tienen establecidos dos ciclos agrícolas el de primavera-verano y el de 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 Sonora, Baja California, Chihuahua, La Laguna y Tamaulipas que, en conjunto, aportaron el 92.3% de la producción de algodón hueso en 1999, en tanto que la producción de algodón en el ciclo otoño-invierno es muy reducida, alcanzando el 15.7% 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 el mencionado año de 1999, la primera representó

---

<sup>8</sup> El año algodoneiro comprende del primero de agosto de cada año hasta el 31 de julio del siguiente año, de ahí que el año 1997, esté representado por el ciclo 97/98.

<sup>9</sup> Segunda mitad de 2001.

<sup>10</sup> Ciclo 2000/2001.

el 87.5% de la superficie cosechada y el 94.7% del volumen de producción, en tanto que a la segunda modalidad correspondieron el 12.5 y el 5.3%, respectivamente. Por otra parte, cabe destacar que para ese mismo año el 93% de la superficie sembrada a nivel nacional fue de riego y el 7% 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, es importante señalar que la producción de algodón se reporta generalmente como algodón hueso, el algodón fibra representa el 35% del total, el algodón semilla el 55% y las mermas un 10% (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 aldoneros. 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. Por lo que respecta a la semilla para siembra, México mantiene una creciente importación desde 1994 (2,155 ton en 1994, 6,209 en 1995 y 6,325 en 1996). En 1996 China abasteció el 21% de las importaciones por este concepto (Armendáriz, 1997b:17-21).

En lo referente a costos de producción, cabe señalar que 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 el estado de 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 el estado de Tamaulipas, dentro de la modalidad de temporal, fue donde se registró el menor costo promedio de producción en el cultivo del aldonero en México (Cárdenas-Rodríguez *et al*, 1997:15-20).

Un problema importante en el cultivo del aldonero 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 las zonas Sonora Norte, Comarca Lagunera, Sur de Tamaulipas y Sonora Sur. En dichas regiones los costos fitosanitarios llegaron a representar el 28%, el 18%, el 26% y el 20% respectivamente (Cárdenas-Rodríguez *et al*, 1997:16-17).

Como se ha visto, la expansión o disminución del área sembrada en el país ha estado influenciada 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).

Como se señaló, desde antes de la puesta en marcha del programa de fomento en 1997 el cultivo del algodón ha contado con diferentes apoyos de parte del gobierno federal tanto para aspectos fitosanitarios, cobertura de precios a futuro, asistencia técnica etc. Lo anterior 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 (Ver Figura 6.2).

A partir del programa de fomento al algodón 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<sup>11</sup>, pero las variedades ofrecidas a través del Programa Piloto del Algodón Bollgard de Monsanto sólo eran efectivas en el combate de ciertas plagas, como se puede ver en la Tabla 6.1. 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, el algodón Bollgard 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 algodón en 1997. Resulta evidente que en aquella época no había mayores cuestionamientos, desde sectores más amplios de la sociedad, para este tipo de tecnologías.

---

<sup>11</sup> Al menos hasta diciembre de 1999 el apoyo a semilla transgénica se refería a la semilla con resistencia a insectos exclusivamente.

Tabla 6.1. Distribución geográfica de las plagas en las principales zonas algodoneras de México. 2001

Plaga	Efectividad del Bt (%) <sup>a</sup>	Planta hospedera alternativa	Seriedad del problema <sup>b</sup>					
			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 <sup>c</sup>	Maiz, tomate	Alta	Alta	Media	Media	Baja	Baja
Gusano tabacalero	95	Maiz, tomate	Media	Alta	Media	Media	Media	Baja
Gusano cogollero	20 ó menos	Muchas	Baja	Alta	Media	Media	Baja	Baja
Picudo del algodnero	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%

Notas:

<sup>a</sup>: Obtenido de: "More et al" como fue referido en Nelson.

<sup>b</sup>: 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.

<sup>c</sup>: 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.

## 6.2. Antecedentes del algodón resistente al ataque de insectos y descripción de la tecnología

El *Bacillus thuringiensis* también conocido como Bt es una bacteria que se encuentra en el suelo y se distribuye ampliamente en el mundo, la bacteria 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 anterior convertía a esta bacteria en un candidato ideal para manipular la información genética utilizando técnicas de ingeniería genética, como se verá posteriormente.

La actividad insecticida del Bt afecta 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 y no es efectivo 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, el insecto deja de comer y muere en un tiempo que puede variar de horas a días. Este 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. Lo anterior 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 de cómo 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*)<sup>12</sup> 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

---

<sup>12</sup> Las toxinas Bt se clasifican en clases que se basan en los insectos contra los que son efectivas y se denominan Cry (por crystaline) 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 (Kratfiguer, 1997:6).

proteínas de mayor potencialidad comercial al inicio de la biotecnología agrícola. En aquel entonces se sabía que los insecticidas representaban alrededor del 30% 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 a 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).

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 (ver clasificación del cuadrante III de la Tabla 2.2.). 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; mismos que han rebasado su etapa introductoria y que por el contrario han llevado al establecimiento de sistemas de evaluación y monitoreo que han vuelto más compleja su utilización, lo que las ubicaría en el cuadrante IV de la Tabla 2.2. es decir, innovaciones cuyo desarrollo y utilización son complejos.

En efecto, 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 (Neppl, 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 (Neppl, 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 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 al Bt más rápidamente y harían inefectivo su uso.

De ahí que, la ventaja económica que significa el que la toxina esté presente a lo largo de todo el ciclo de cultivo –al ahorrar aplicaciones- tenga 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 que resistan a un insecticida determinado solo 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, lo anterior con el fin de contar con plantas en donde se puedan refugiar poblaciones de insectos susceptibles a la toxina. Estos insectos susceptibles, al aparearse con los pocos insectos resistentes que sobrevivan en el área plantada con el cultivo Bt diluirían la resistencia en las siguientes generaciones<sup>13</sup>.

Una estrategia de esta naturaleza requiere de una adecuada implementación. En el caso del algodón Bollgard en el país, el productor (es decir, el licenciario 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 has sembradas con semilla de algodón que contenga el gen Bollgard:

- sembrar 10 has 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, ó
- 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, una estrategia de esta naturaleza requiere de reforzar la capacidad de procesamiento del actor en todos los niveles, requiere de monitoreo y de una organización compleja. A continuación 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 de los aspectos regulatorios de la propiedad intelectual y de la bioseguridad en el acceso de los productores a la tecnología del algodón transgénico.

---

<sup>13</sup> El éxito de la estrategia de refugios depende de cuatro condiciones: que la resistencia sea un carácter recesivo, que el apareamiento sea 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 (Nepl, 2000:5).



### 6.3. La red generada por la utilización de algodón resistente a insectos

Para la introducción -a nivel piloto- del algodón transgénico resistente al ataque de insectos en algunas zonas algodóneras de México, ha sido necesaria la participación e interacción de diferentes actores, desarrollando algunos de ellos actividades nuevas sin precedente en el país, como es el caso de la implementación de medidas de bioseguridad a escala piloto y del análisis y evaluación de los diferentes tipos de efectos que puede representar la utilización ampliada de un producto complejo como este, que van desde efectos en el ambiente, en la salud de la población, en la práctica agrícola, en 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<sup>14</sup>.

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<sup>15</sup>, 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, de la necesidad de reevaluarlos periódicamente (Casas y Chauvet, 1994; Chauvet, 1999).

#### 6.3.1. Los actores

Al igual que en el caso de papa, se siguió un enfoque nominalista<sup>16</sup> 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,

---

<sup>14</sup> 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).

<sup>15</sup> Se refiere a lo asentado en la primera página del anteproyecto de norma NOM-FITO-2000.

<sup>16</sup> Ver anexo A.

poniendo énfasis en las relacionadas a lograr un 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 que se señalan en el contrato de licencia que celebra Monsanto con 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 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 (ver guía de las entrevistas en anexo E), como también la consulta hemerográfica y de revistas de divulgación científica.

Los actores incluidos forman parte de instituciones privadas, gubernamentales y sociales y 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 en la gráfica cada grupo aparezca como un nodo -ver Figura 6.3<sup>17</sup>-, en realidad cada nodo engloba al conjunto de productores y/o asociaciones que han venido sembrando este producto en mayor escala, en las diferentes 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 nivel genérico que se incluyó para mostrar que, aún y 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 la CIBIOGEM. 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

---

<sup>17</sup> La figura es la representación de una matriz de afiliación como gráfica bipartita: los actores están representados en los nodos de la parte superior y las medidas adicionales de bioseguridad a las que están afiliados, es decir en las que participan, se representan con nodos en negro en la parte inferior. En los cuadros punteados de la parte superior se hizo una reagrupación de actores en función de las dependencias a las que pertenecían o por cierta similitud entre ellos. La relación de abreviaturas para las medidas de bioseguridad y para los actores se puede consultar en las Tablas 6.3.a. y 6.3.b.

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 nivel 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.

En el anexo B se pueden consultar las matrices de afiliación y de actores generadas en las diferentes etapas del proyecto. Como en el capítulo 5, se parte de matrices de modo 2, binarias integradas en este caso por actores que participan en actividades directamente relacionadas con el uso seguro de la biotecnología. Estas 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 (ver anexo A).

Para este caso en particular, se puso mayor 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, como se ve en la Figura 6.3. La mayor parte de tales actividades se pensaba que sería temporal 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 de monitoreo.

Esto 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 nivel 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 agroecológicas que aquellas en 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 implementación, como se verá más adelante.

## 6.4. Las etapas del proyecto

La utilización a nivel piloto del algodón en el país abarca desde 1995 en que se solicita el primer permiso para evaluar en campo este producto, hasta la aparición del anteproyecto de norma para la liberación semi-comercial 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 este caso, las etapas fueron definidas con base en cambios importantes en aspectos regulatorios a nivel nacional que marcaban la realización de nuevas actividades y/o la inclusión de nuevos actores relevantes para el uso seguro de la biotecnología, a saber:

*Primera etapa:* Abarca 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 crea 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 a nivel medio 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:* La 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 agrobiotecnológico 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 6.2 se presentan de manera esquemática las principales diferencias en aspectos regulatorios de cada una de las etapas consideradas.

Tabla 6.2. Principales diferencias en aspectos regulatorios en las etapas consideradas

Etapa	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 Otros actores
	FITO ECO 2000	Piloto y comercial	SAGARPA- SEMARNAT	

#### 6.4.1. La primera etapa

Durante la primera etapa del proyecto -y de acuerdo con la información publicada por DGSV- se aprobó la realización de 23 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 con algodón transgénico, 20 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 3 solicitudes fueron hechas por Rhone-Poulenc e implican ensayos experimentales de alrededor de una hectárea con variedades de algodón resistente a un herbicida<sup>18</sup>.

De los 20 ensayos realizados con variedades desarrolladas por Monsanto, 9 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; se pone énfasis en la complejidad institucional asociada a la utilización ampliada de variedades transgénicas.

<sup>18</sup> SAGAR

#### 6.4.1.1. 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 Agenda 21 o como resultado de acciones independientes- se enfocaban en modelos basados en ciencia para la toma de decisiones en aspectos regulatorios, 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 implementar tales regulaciones.

Tal fue el caso de BINAS<sup>19</sup> con interés 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 educadas sobre la seguridad de experimentos y productos (BINAS, 1995a:1). Asimismo, el IICA hacía poco tiempo que había realizado un taller latinoamericano para diseñar un marco de políticas común en bioseguridad 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 de bioseguridad vigentes en países como Argentina y Chile<sup>20</sup>.

La industria de semillas por su parte, como uno de los actores más importantes para hacer llegar los cultivos transgénicos 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 - como se vio en el capítulo 3- las principales empresas semilleras en el mundo fueron adquiridas por los grandes complejos agrobiotecnológicos, que se habían formado alrededor del concepto de ciencias de la vida e intentaban combinar el desarrollo, producción y comercialización de semillas, agroquímicos y productos farmacéuticos en aras de sinergias resultantes de aplicar la 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

---

<sup>19</sup> Se trata de una red de información del ICGEB.

<sup>20</sup> La primera prueba a nivel experimental en América Latina con cultivos transgénicos se realizó en Chile en el año 1987 (James and Krattiger, 1996:19).

unas cuantas empresas las que dominarían el mercado internacional de semillas, agroquímicos y productos farmacéuticos (Kalaitzandonakes and 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<sup>21</sup>. Durante 1995 y 1996 a nivel mundial fueron aprobados 35 cultivos transgénicos para ser producidos comercialmente. El 80% 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<sup>22</sup>, 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, el 72% de las cuales fue sembrado en Estados Unidos, el 17% en Argentina y el 10% en Canadá, el 1% restante se distribuyó entre China y otros 8 países incluyendo México (James, 2000:6 y 14). Pero al igual que se incrementó el área de cultivos transgénicos en el mundo en 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 regulatorias 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 como se señaló en el capítulo 3 no ha sido sencillo y desde sus inicios, tuvo una participación creciente de ONG a nivel 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.

---

<sup>21</sup> Desde principios de los noventa se empezó a cultivar tabaco transgénico a nivel comercial en China; en USA por su parte se acababa de desregular el primer producto transgénico para ser utilizado como alimento: el tomate de madurez retardada (James and Krattiger, 1996:26-30).

<sup>22</sup> 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.

En febrero de 1999, con motivo de la fallida firma del protocolo internacional de bioseguridad en Cartagena, Col., 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 en bioseguridad en esta primera etapa fue de un gran dinamismo, a lo largo de la misma 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. Esta no era una situación de esperarse por las empresas biotecnológicas, ya que una innovación percibida como riesgosa, como es el caso de los cultivos transgénicos, 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 regulatorios fueran menos estrictos, so pena de inhibir su difusión.

Por lo que respecta al ambiente nacional, es importante resaltar que los cultivos transgénicos capturaron el interés de productores en las zonas agrícolas más desarrolladas del país desde finales de los ochenta. Los aspectos de bioseguridad sin embargo, eran objeto de preocupación de los funcionarios responsables de aplicar las medidas establecidas, así como de algunos académicos, pero no se percibía a nivel opinión pública ningún resquemor, ni tampoco había mayor interés de parte de las ONG. Por otro lado, aunque se aplicaban medidas estrictas de bioseguridad desde que se evaluó el primer cultivo transgénico en 1988, al inicio de esta primera etapa estas no habían sido formalizadas aun en una norma; un año después sin embargo, se aprobó una norma para la liberación experimental de cultivos transgénicos, misma que para el caso del algodón fue insuficiente requiriéndose la aplicación de medidas adicionales de bioseguridad.

Por otro lado, la reciente firma del TLC planteaba buenas expectativas de crecimiento para la industria textil mexicana la cual estaba demandando algodón en cantidades muy superiores a la producción nacional y como se señaló la demanda de materias primas siempre ha sido un importante factor en el establecimiento de programas de fomento de los gobiernos; en consecuencia, las autoridades federales y estatales agrícolas mexicanas, establecieron programas para fortalecer la producción primaria de la cadena productiva del algodón<sup>23</sup>. En estos programas, los apoyos directos

---

<sup>23</sup> Tradicionalmente la participación de asociaciones de algodoneros promoviendo el establecimiento de programas de fomento y el otorgamiento de subsidios y apoyos a esta actividad ha jugado un papel muy importante.



otorgados a los productores para el pago de derechos de semilla de algodón transgénico, combinados con asistencia técnica para pequeños productores y la implementación 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 algodonera (Cárdenas-Rodríguez *et al.*, 1997:45).

#### 6.4.1.2. Los actores y las actividades realizadas en la primera etapa

En las Tablas 6.3.a. y 6.3.b. se listan las medidas de bioseguridad adicionales que exigen las autoridades federales de sanidad vegetal para el cultivo del algodón Bt a nivel piloto y los diferentes actores que las realizan (se incluyen las abreviaturas utilizadas para mayor facilidad de identificación de actores y actividades en las matrices y gráficas elaboradas). Cabe destacar, sin embargo, que la primera autorización de siembra del algodón Bt en el país se otorgó en el año 1995 a la empresa Malvinas, S.A. de C.V. propiedad de un destacado empresario agrícola en la región<sup>24</sup>; aunque este empresario obtuvo una segunda autorización durante 1996, las solicitudes restantes han sido realizadas por la empresa Monsanto (Monsanto Comercial). Si bien no se ha tenido acceso a las condiciones de bioseguridad que las autoridades sanitarias exigieron al Sr. Buford Andersen, al poco tiempo hubo un cambio de estrategia de Monsanto Comercial, 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<sup>25</sup>. 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 productores con experiencia y reconocimiento en la región como es el caso del Sr. Andersen<sup>26</sup>. 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

<sup>24</sup> Se refiere al Sr. James Buford Andersen, originario de USA y radicado en el sur de Tamaulipas desde 1965. Desde esa fecha el Sr. Buford Andersen ha sembrado algodón alternándolo con frutas y hortalizas de exportación.

<sup>25</sup> La Norma Oficial Mexicana NOM-056-FITO-1995 fue publicada en julio de 1996.

<sup>26</sup> 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 (Agrosintesis 1997c:8-13).

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 por su parte, era en aquel entonces la empresa con más experiencia regulatoria en el mundo. Además, a nivel nacional había estado haciendo 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 que se habían realizado a los productos aprobados para importación y siembra (Gálvez y González, 1998:64). En ese sentido, seguir dejando los trámites, las evaluaciones y negociaciones de uno de los productos transgénicos más complejos de evaluar -como lo son los productos con propiedades plaguicidas- a cargo de empresas de menor envergadura como la del Sr 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<sup>27</sup>. Lo anterior incluía automáticamente a productores 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 bioseguridad y propiedad intelectual requería de recursos, así como de una organización que rebasaban claramente a una empresa pequeña o mediana. En la Figura 6.3<sup>28</sup> se puede observar la participación tan central de Monsanto (MOCSA) en las medidas adicionales de bioseguridad requeridas por DGSV. Lo anterior es 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 los complejos agrobiotecnológicos como Monsanto. En la Figura 6.4 también se puede apreciar este papel central jugado por Monsanto (MOCSA), especialmente si se considera que el supervisor técnico (SupervisorTecMon), otro actor central, es contratado directamente por Monsanto.

---

<sup>27</sup> Las posibilidades de contaminación genética a campos vecinos no era una preocupación importante en aquella época, al menos para los encargados de su vigilancia.

<sup>28</sup> Ver en las Tablas 6.3.a y 6.3.b las abreviaturas utilizadas para mayor facilidad de identificación de actores y actividades en las matrices y redes elaboradas.



Tabla 6.3.a. Medidas adicionales de Bioseguridad a las establecidas en la solicitud para la 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. Resplmpac	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. VerEvolCul	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
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. FechImpor	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 despepitar
29. ReporFinal	Presentar Reporte Final del Programa (en forma de artículo científico)

El papel de empresarios agrícolas como el Sr. 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<sup>29</sup>. Aun cuando el Sr. 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 10,000 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<sup>30</sup>. Lo anterior pudo deberse a que se preveían problemas de agua para la temporada<sup>31</sup> -pero también a que el precio internacional del algodón traía una clara tendencia a la baja desde el año anterior<sup>32</sup>. 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 ha., lo que representó un 36% del total (González-Nieves, 1997:13).

Es importante tener en mente el porcentaje anterior porque el máximo que recomienda DGSV a nivel de valle o región es de 40%<sup>33</sup>. 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<sup>34</sup>. En el caso de la Comarca Lagunera los investigadores de INIFAP<sup>35</sup> 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 el 96% 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 nivel federal, sino porque pone de manifiesto que también entre actores de

<sup>29</sup> El contagio es el proceso social de cómo los individuos forman opiniones y eventualmente adoptan o no adoptan una innovación. El contagio 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 ser a nivel sistema (Valente, 1995:11-15).

<sup>30</sup> En los datos de ensayos de productos transgénicos de DGSV se reportan 400 has. mientras que los obtenidos por Agrosíntesis se reportaron 896.75 has.(ver González-Nieves, 1997:11).

<sup>31</sup> Según el Sr. Zambrano, otro de los agricultores del programa Bollgard, "...esa temporada no llovió lo que hizo que muchos agricultores cancelaran sus planes..." (Agrosíntesis, 1997b:22).

<sup>32</sup> El cultivo del algodón a nivel nacional es muy susceptible a las variaciones en el precio internacional del algodón, como ya se señaló en el apartado 6.1.

<sup>33</sup> Es un porcentaje que se recomienda a nivel internacional.

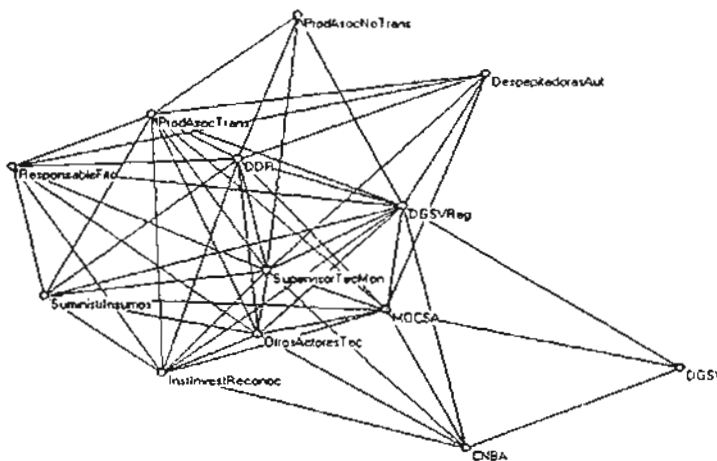
<sup>34</sup> Durante 1997 y 1998 el M.C. Ernesto Salgado realizó varias declaraciones al respecto que fueron recogidas por la revista Agrosíntesis; en noviembre de 1998 la autora de esta investigación sostuvo una entrevista con él en Tamaulipas y el M.C. Salgado -quien era responsable de los programas de evaluación del algodón Bollgard en el campo experimental de INIFAP en el sur de Tamaulipas- fue muy enfático respecto a 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.

<sup>35</sup> Se refiere a Dr. Salvador Godoy, responsable del programa de investigación del algodón en el campo experimental de INIFAP en La Laguna. La autora de esta investigación se entrevistó con el Dr. Godoy en junio de 1998 y a lo largo de la entrevista el Dr. Godoy manifestó su desacuerdo con sembrar sólo el 40% de algodón transgénico en una zona agrícola, ya que estaba convencido de que a mayores porcentajes de transgénico se incrementaba la posibilidad de erradicar totalmente a plagas como el gusano rosado de gran importancia en dicha zona.

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<sup>36</sup>. Pero también es importante considerar que los posibles riesgos derivados de la liberación al ambiente de una planta transgénica tienen múltiples dimensiones y cualquier norma o guía regulatoria descansará en la interpretación, más que en la adopción estricta de tales principios, 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 (Figura 6.4.) y la importancia de actores locales, a saber: DGSVReg, y sus asesores técnicos naturales, los institutos de investigación locales (InstInvestReconoc); estos últimos además 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<sup>37</sup>, los técnicos de los DDR (ver Tabla 6.3.b.) Todos estos actores han tenido gran peso en la toma de decisiones cotidiana con relación al 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 de algodón transgénico sembrado con respecto al total, en ambas regiones.

Figura 6.4. Red de Actores de medidas adicionales. Primera etapa



Fuente: Matriz de Actores Reales Afiliados a Medidas de Bioseguridad, graficada con Pajek.

<sup>36</sup> Aemi, 2001b:5-8.

<sup>37</sup> Los mismos funcionarios de DGSVReg reconocían que esta situación podría implicar conflictos de interés para el personal técnico contratado, sin embargo también aseguraba mayor coordinación respecto a cualquier problema que pudiera surgir con el algodón transgénico y que requiriera la rápida atención de las autoridades fitosanitarias.

Tabla 6.3.b. Actores que participan en las medidas adicionales de Bioseguridad a las establecidas en la solicitud para la liberación de material transgénico

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
10. InstInvestReconoc	Instituciones de investigación con reconocimiento oficial
11. OtrosActoresTec	Otros actores técnicos
12. CNBA	Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola
13. DespepitadorasAut	Despepitadoras autorizadas por Monsanto para despepitarse el algodón transgénico
14. SuministrInsumos	Empresas que suministran insumos como es el caso de las semilleras

El objetivo del programa piloto del algodón Bollgard fue evaluar el potencial de la tecnología para el control del complejo bellotero y en consecuencia reducir la cantidad de insecticidas utilizados. En el programa participaron 5 reconocidos agricultores de la región incluyendo al Sr. Buford Anderson, 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 en la Tabla 6.3.a. Los resultados del programa indicaron que en las áreas sembradas con la variedad transgénica de algodón, 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 5 y 6 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 a la insuficiencia de datos relacionados con los efectos de la contaminación por plaguicidas a nivel 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 insectíles, generadas por el uso intensivo de plaguicidas químicos en la región, y la gran responsabilidad que sentían respecto a realizar una adecuada evaluación del algodón transgénico. 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<sup>38</sup>; 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 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)<sup>39</sup>. 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 7,000<sup>40</sup> hectáreas de algodón transgénico de un total de 24,000.

El programa piloto del algodón Bollgard también fue objeto de evaluaciones exhaustivas por parte de grupos de productores de algodón del sur de Tamaulipas a través de su campo experimental de INIFAP cabe señalar que fueron los propios productores a través de las Fundaciones Produce

---

<sup>38</sup> Se refiere a sustituir el conteo de huevecillos por el de larvas.

<sup>39</sup> Esta cantidad equivalía a 79 dólares americanos, al tipo de cambio vigente a principios de 1997.

<sup>40</sup> Dato de Cárdenas-Rodríguez et al (1997:20) ya que la DGSV reportó 8,335 ha que abarcan el sur de Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz.



quienes financiaron diferentes evaluaciones del algodón transgénico además de las realizadas por Monsanto, obteniendo muy buenos resultados<sup>41</sup>.

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 recurrentes<sup>42</sup> al ataque del gusano rosado, la plaga principal del algodnero 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 mostraron 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, tanto en el sur de Tamaulipas (7,000 has.), en el norte de Sonora (1,142 has) y en La Laguna (3,515 has.), 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 400,000 has. 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 12 estados de la República establecieron un programa para estimular el cultivo. El programa fue anunciado ante 200 productores<sup>43</sup> de la Comarca Lagunera por el secretario de SAGAR en aquel entonces<sup>44</sup>, quien declaró: "Se impulsará una mayor productividad a menores costos, mediante acciones fitosanitarias y la aplicación de un paquete tecnológico que considera, de manera destacada, el uso de semillas transgénicas, mismas que permiten reducir las aplicaciones de agroquímicos en el combate y control de plagas y enfermedades de hasta 11 aplicaciones que se hacían para mejorar la sanidad a solamente dos" (Agrosíntesis, 1997e:20).

---

<sup>41</sup> Declaraciones del M.C. Ernesto Salgado uno de los investigadores responsables de este programa de evaluación de variedades transgénicas (Agrosíntesis: 1997d:14-17).

<sup>42</sup> 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.

<sup>43</sup> 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.

<sup>44</sup> Se refiere a Francisco Labastida.

La declaración anterior 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 transgénica no podía ser usada por todos los productores, como se verá posteriormente con más detalle.

En aquel entonces, a nivel nacional, 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 medio ambiente.

En contraste, el cultivo del algodón Bollgard generó gran interés entre los productores no solo por su efectividad, sino también porque se apoyaba un alto porcentaje del sobreprecio de la semilla transgénica<sup>45</sup>, pero también porque el gobierno 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 nivel internacional por su parte, tampoco había una actividad fuerte en contra del algodón Bt, y aunque un año antes la UCS había arrancado una campaña para "salvar"<sup>46</sup> a los insecticidas a base de Bt, se ponía más énfasis en la posible generación de resistencias y en la revisión de los programas para manejar estos aspectos -es decir sobre la utilización de refugios- 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, etc. El ambiente internacional en torno a los cultivos Bt cambiaría significativamente en el resto de esta primera etapa; a nivel nacional sin embargo, el ambiente se mantuvo estable para este cultivo en particular, como se verá a continuación.

---

<sup>45</sup> 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 de 300 pesos por hectárea para semilla transgénica representaban entre 49 y 47% del sobreprecio que en aquel entonces tenía la semilla transgénica, el cual ascendía a 79 dólares americanos por ha.

<sup>46</sup> Se refería a hacer conciencia de su importancia y a reforzar una serie de medidas en relación con su utilización.

Para el año 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 algodonnero. 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 que era la mosquita blanca el 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 presentarse quejas respecto a que la gran mayoría de los agricultores no sabían como manejar estas semillas, lo que reafirma la importancia de la capacidad de procesamiento de los actores (Armendáriz:1998b:24-27). Asimismo, empezaron a extermarse 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 has. de transgénico de un total de 195,000<sup>47</sup>, por lo que se trataba de variedades prácticamente nuevas, que no eran conocidas por los agricultores, ni sabían como 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 allí 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 año 2000, relativas a sembrar 400,000 has. 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 transgénica<sup>48</sup> 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<sup>49</sup>). Asimismo, había sido notable su rápida aceptación en aquellas zonas algodonneras del país

<sup>47</sup> La cifra se refiere a la superficie de riego que fue sembrada en 1998

<sup>48</sup> En 1998, se reportaron apoyos combinados hasta por 1050 pesos por ha. (124 dólares americanos) para quien sembraba semilla transgénica (Agrosíntesis, 1998b:24-27).

<sup>49</sup> En 1998, durante las entrevistas realizadas en esta investigación se expresaron dudas sobre la efectividad del Bollgard para controlar infestaciones altas de *H. zea*; por su parte, en el sur de Tamaulipas habían logrado buenos niveles de control en infestaciones moderadas de *H. zea* pero usando maíz en los alrededores para atraer a este lepidóptero.

donde además de estar presentes las plagas mencionadas, los productores tenían un nivel 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<sup>50</sup>. 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<sup>51</sup> lo anterior hacía más atractivo su cultivo.

Pero así como en las zonas algodonereras del país estaban presentes diferentes patrones de plagas y para algunas de ellas el Bollgard no era efectivo, tampoco todos los productores tenían la preparación y/o nivel 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 argumentando 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).

Retomando algunos aspectos presentados en el capítulo 2 respecto al acceso, en esta época empezaron a surgir cuestionamientos tanto en relación con las capacidades que requerían los actores involucrados en esta etapa de adopción piloto de esta tecnología –referidas en el capítulo 2 como capacidad de procesamiento del actor- como acerca de si tales capacidades estaban presentes entre los actores de las diferentes zonas algodonereras del país. Según lo señalado en el capítulo 2, 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 USA. Esta situación hizo crisis a fines de 1998 cuando los precios internacionales del algodón bajaron hasta 0.60 dólares por libra

---

<sup>50</sup> Aunque en los datos de rendimiento no se observaron diferencias importantes en el primer año, estos 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 a los predios vecinos donde no se habían sembrado variedades transgénicas.

<sup>51</sup> Menor estrés en la planta al aplicar menos plaguicidas.

(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 algodón en La Laguna, Sonora, Sinaloa y Baja California, como resultado de:

- Una escasa demanda de la fibra nacional<sup>52</sup>,
- Incremento en las importaciones de algodón procedente de Estados Unidos,
- pronósticos de sequía para la primavera de ese año, y
- 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 algodón de 1998. En La Laguna, por su parte -lugar de mayor adopción del algodón Bt- a mediados de enero de 1999, los productores de Coahuila y Durango informaron que tenían inventarios sin comercializar por 90,000 pacas de algodón que constituían el 90% 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, por su parte, 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 a los precios de la fibra; por lo que difícilmente se esperaba alcanzar la superficie sembrada en 1998, misma que había ascendido a 55,000 has. 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% con respecto al 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

---

<sup>52</sup> Porque la demanda de las textiles se estaba cubriendo con importaciones crecientes de fibra muy subsidiada.

americanos por 100 libras<sup>53</sup>; de ahí que los productores de esa región, aún con el apoyo emergente de 1,200 pesos por ha.<sup>54</sup>, anunciado en septiembre de 1999, preveían un panorama difícil para comercializar su algodón (Armendáriz, 1999a:23-24). Este apoyo emergente se sumaba al paquete de apoyos vigente en 1999 de 2,190 pesos por ha. -de los cuales el 16% 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 has. todas ellas en las zonas algodonerías del norte del país.

Al término de esta etapa se habían realizado 8 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 nivel 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 -como ya se señaló- 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*<sup>55</sup> 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 esta nota en la lucha ambientalista contra las plantas Bt y la agrobiotecnología en general<sup>56</sup> (al

<sup>53</sup> 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.

<sup>54</sup> Se trató de un apoyo emergente para 1999. Esta cantidad se integraba con un apoyo de gobierno federal de 900 pesos por ha. y el resto lo aportaban los gobiernos de los estados.

<sup>55</sup> Se refiere a la nota de Losey *et al* aparecida en *Nature* en 1999.

<sup>56</sup> 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.

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 las plantas transgénicas 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 nivel nacional este año marcó un cambio en el interés nacional acerca de los OGM y sus posibles efectos. Cabe destacar sin embargo, que gran parte de sus manifestaciones se centraron en el maíz transgénico 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 los aspectos de 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 tecnología<sup>57</sup> 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.

#### **6.4.2. La 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 (ver anexo); en contraste, el algodón transgénico se recuperó sensiblemente llegando a representar un 33% del total de la superficie en cuestión<sup>58</sup>, lo que habla de su aceptación entre los productores en una época de profunda crisis del algodónero en el país (ver Figura 6.1).

Los productores de algodón enfrentaban la competencia de importaciones provenientes de Estados Unidos principalmente, que estaban muy subsidiadas y los precios internacionales de la fibra estaban

---

<sup>57</sup> Se refiere a las declaraciones hechas por el Sr. Héctor Zambrano a la revista Agrosíntesis acerca de todas las gestiones que había realizado con Monsanto para obtener la tecnología del algodón Bt en enero de 1996 (Agrosíntesis, 1997b:22).

<sup>58</sup> La superficie sembrada con algodón transgénico en el 2000 representó el 33% del total; sin embargo, fue menor a la registrada en 1998.

muy por debajo del umbral económico<sup>59</sup>; 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.

Es importante destacar que 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 estaba siendo sembrado, en función de la incidencia de plagas susceptibles a la toxina del algodón Bt<sup>60</sup>. Una estrategia de esta naturaleza debería tener como pre-condición el que la tecnología del algodón transgénico fuera efectiva para el patrón de plagas vigente en una región determinada, ya que aunada a los apoyos gubernamentales a la semilla transgénica podría incentivar su adopción, aún en regiones agrícolas en 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<sup>61</sup>).

#### 6.4.2.1. El ambiente en la segunda etapa

A nivel internacional los efectos en el ambiente de los cultivos Bt siguieron siendo muy cuestionados. A principios de esta segunda 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 toxina la cual se acumulaba en el subsuelo sin degradarse (Deepack,

<sup>59</sup> 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 el 59% del ingreso del productor (Armendáriz, 1999b:8).

<sup>60</sup> 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.

<sup>61</sup> En 1999 se publicó una versión de este reporte en la revista *Biocología*, quien realiza esta tesis fue invitada a participar en su elaboración (Álvarez *et al*, 1999:47-60).



S. *et al*, 1999:480) -como si sucede con el insecticida a base de Bt utilizado en forma de spray por los agricultores orgánicos-. Lo anterior 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, cuestionando 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 el involucramiento 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- esta 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 Agricultura, Dan Glickman había admitido 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 de tiempo, 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 regulatorio para cultivos transgénicos: se recomendaba una mayor coordinación de las actividades regulatorias 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 los cultivos transgénicos 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<sup>62</sup>.

Los programas de manejo de resistencias implementados 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% del total)-, aunque siguió habiendo mucha controversia respecto a 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 adherencia al principio precautorio<sup>63</sup>. El reporte Benbrook<sup>64</sup>, 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, etc.

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<sup>65</sup>, 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 al gusano rosado. Este programa de monitoreo cuenta con la participación de un destacado entomólogo: el Dr. Bruce Tabashnik quien había participado en el primer estudio realizado por la USC para salvar al Bt<sup>66</sup> y que goza de gran credibilidad entre toda la gama de actores que participan en el debate acerca de los cultivos Bt, desde

<sup>62</sup> Lo anterior se puede consultar en <http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/TransgenicCrops>

<sup>63</sup> Se 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).

<sup>64</sup> El reporte puede ser consultado en: HIPERVINCULO <http://www.biotech-info.net/AAASgen.html>

<sup>65</sup> 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 StarLink - que es la marca comercial de este producto- fue retirado de la cadena alimenticia echando mano de toda la parafernalia regulatoria norteamericana -y de manera voluntaria fue retirado su registro del mercado por Aventis, 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 para el sistema regulatorio norteamericano, de segregar productos alimenticios que no pueden ser diferenciados a simple vista y o por métodos convencionales.

<sup>66</sup> Se refiere a Mellon and Rissler, 1998.

biólogos moleculares, hasta entomólogos y activistas. Los resultados 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% 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 35 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, (ver capítulo 3).

A nivel 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 algodoneras 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:8).

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 si es posible influir. En el año 2000 la superficie sembrada con algodón representó el 55% de la superficie sembrada el año anterior y tan sólo un 25% de la alcanzada en 1996 -el mejor año para el cultivo del algodón en el país en la década de los noventa-. Como se señaló, el porcentaje de adopción del cultivo transgénico en el 2000 se incrementó a 36% del total -aunque en términos absolutos la superficie sembrada en ese año fue inferior en alrededor de 10,000 has. a lo alcanzado en 1998.

Por otro lado, en revistas agronómicas de circulación nacional habían seguido 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 algodón transgénico frente al convencional (Ávila-Valdez, 1999:18-27).

Cabe señalar que durante 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 Agroblo -una asociación civil que agrupa a las empresas agrobiotecnológicas transnacionales con presencia en el país-; esta asociación ha desplegado una gran actividad a favor de los OGM y ha puesto mucho énfasis en cuestionar las propuestas de legislación en materia de bioseguridad surgidas a finales de la primera etapa y principios de la segunda<sup>67</sup>.

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 a los OGM, no habían actuado de manera coordinada en aspectos regulatorios. 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 los aspectos de bioseguridad: el Primer Foro Nacional sobre Biotecnología y Bioseguridad en la Agricultura Mexicana organizado por CIBIOGEM. Este evento -que se describe con mayor detalle en el capítulo 4- 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

---

<sup>67</sup> Se refiere a las Propuestas de Ley en Bioseguridad del PVEM y del PAN.

ambientalistas respecto a los OGM<sup>68</sup>. Desde entonces, estos nuevos actores han tenido una mayor participación en aspectos de bioseguridad.

De igual suerte, algunas dependencias gubernamentales que habían estado al margen de los diferentes aspectos de bioseguridad 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 papel- tener una participación del mismo nivel 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.

#### 6.4.2.2. Los actores y las actividades realizadas 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 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 a la conveniencia de sembrar algodón<sup>69</sup>, 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<sup>70</sup> 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 nivel tecnológico de la unidad de producción<sup>71</sup>; los productores pioneros que adoptaron el Bollgard en el sur de Tamaulipas manejaban operaciones de 500 has. y contaban con sus propios entomólogos. En el caso de La Laguna, en donde antaño se consideraba al algodón como un cultivo social 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

<sup>68</sup> En el capítulo 4 se señala que 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 conteniendo 10 puntos y recomendaciones mínimas a ser incluidas en el debate nacional sobre biotecnología y bioseguridad.

<sup>69</sup> Y el importante papel que en esa percepción juegan los apoyos gubernamentales otorgados.

<sup>70</sup> Ver Tabla 6.1.

<sup>71</sup> 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 los aspectos de bioseguridad del 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 de bioseguridad 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, si no la posibilidad de "compactar" las áreas productivas.

que han participado en el programa piloto de adopción del Bollgard manejaban operaciones entre 400 y 1.000 hectáreas.

En los esquemas de agroasociación a cada grupo de productores se les asigna un consultor técnico que es quien en realidad toma muchas de las decisiones de operación, en una agroasociación 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 aspectos de bioseguridad, los pequeños productores podrían tener acceso a la tecnología si se asocian y sus tierras pueden compactarse, lo anterior 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 profundas implicaciones en el desarraigo de los pequeños productores de su actividad principal.

Como se señaló, en la Tabla 6.1 Traxler *et al* muestran 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% 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 incurrieran 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 este algodón transgénico en las principales zonas algodoneras del país-. Es claro que con esta estrategia Monsanto buscaba incentivar a los productores para que utilizaran sus tecnologías, aún y cuando existan tecnologías 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 de la pérdida paulatina de variedades comerciales.

Es importante resaltar el nivel 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 Bt<sup>72</sup> en el año 2000 alcanzó 179.26 dólares americanos 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 Monsanto en las medidas adicionales de bioseguridad que establece 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 semilla 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 DGSV como de cierre de siembra.

Además, en el momento de adquisición de la semilla el licenciario proporciona al distribuidor de semilla un estimado por escrito del número de hectáreas a sembrar. Asimismo, en el contrato de licencia el productor acepta que Monsanto tiene derecho a supervisar el número de hectáreas sembradas. Por otro lado, en las medidas adicionales de bioseguridad establecidas por DGSV en el programa piloto Bollgard, Monsanto se responsabiliza de buscar el transgén aún fuera de las superficies autorizadas; es decir, entre productores que sólo sembraron el algodón convencional.

De ahí que no haya sido tan difícil para Monsanto tener tal grado de control para implementar la estrategia anterior. Este grado de control también ha sido de gran utilidad para implementar los aspectos de bioseguridad y de manera muy importante para la vigilancia que requieren los derechos de propiedad intelectual<sup>73</sup>. 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.

#### **6.4.2.3. La 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<sup>74</sup>, el beneficio económico por hectárea obtenido por los productores

<sup>72</sup> Normalmente, una bolsa de semilla de 12 kg. permite sembrar una hectárea.

<sup>73</sup> En el caso del algodón Bollgard en México, su utilización en campo se protege como secreto industrial.

<sup>74</sup> La DP 5415 es la progenitora recurrente de la NuCOTN 33B.

en ambos años, fue superior en todos los casos para las variedades transgénicas; lo anterior considerando un sobreprecio de la tecnología de 79 dólares americanos 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<sup>75</sup>, 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, el algodón Bt no ha tenido gran aceptación en el sur de Sonora (6% según la Tabla 6.1), 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<sup>76</sup>, 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 (ver Tabla 6.1.), productora importante de algodón que posee tradición y experiencia en este cultivo.

Estos resultados permiten también -como se verá más adelante- establecer algunas de las implicaciones que podría tener esta nueva estrategia de penetración del mercado de Monsanto -de precios diferenciales-, tanto para la región como para otras zonas del país.

Es importante resaltar que en el Valle del Yaqui se han realizado muchos esfuerzos de parte del Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO)<sup>77</sup> 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, etc. Es importante destacar que en el caso del algodón no se han monitoreado aspectos de flujo genético a variedades silvestres porque -según el investigador entrevistado- este no puede darse, ya que existen barreras genéticas que son imposibles de franquear.

---

<sup>75</sup> De 79.04 a 60.00 dólares americanos por hectárea.

<sup>76</sup> La guía de entrevistas utilizadas se incluye en el anexo E.

<sup>77</sup> Siglas que tenía el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste, un centro regional del INIFAP y con las cuales se le sigue nombrando coloquialmente.



En opinión de este investigador, el bajo porcentaje de adopción de las variedades transgénicas que se están utilizando en el sur de Sonora se debe a que dichas variedades no son de utilidad para la plaga que más afecta actualmente al cultivo en esa región y que es el picudo del algodón (*Anthonomus grandis*)<sup>78</sup>, aunque si muestran efectividad para dos de las tres plagas de importancia media, como son algunos gusanos belloteros y el tabacalero<sup>79</sup>. Cabe también destacar que no son efectivas para el complejo de insectos chupadores donde se incluye la mosquita blanca, plaga para la cual existe una estricta vigilancia (Martínez-Carrillo y Pacheco-Covarrubias, 2000).

Para esta última plaga tampoco existe una variedad transgénica disponible comercialmente. Además, aunque en la propaganda de Monsanto la variedad sembrada presenta beneficios importantes en rendimientos<sup>80</sup>, en opinión del investigador entrevistado el algodón transgénico no ha presentado beneficios espectaculares.

En cuanto a 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 incosteable<sup>81</sup> sembrar transgénico, por diferentes razones; bien fuese por 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, también porque las plagas que se presentaban las podían controlar con insecticidas que estaban dando buenos resultados en programas 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 se había vuelto incosteable su siembra y lo había sustituido por otro cultivo.

Es importante resaltar que las entrevistas, hasta este punto, buscaban lograr una mejor comprensión del bajo porcentaje de adopción de la tecnología Bollgard en el sur de Sonora en esta etapa de adopción piloto (6% del total del algodón sembrado). De ahí que no se haya buscado integrar una

<sup>78</sup> Las diferencias en estas afirmaciones con respecto a la Tabla 6.1. recopilada por Traxler *et al* se deben a que en dicha tabla no se hace distinción en los niveles de incidencia de plagas entre las distintas regiones del estado.

<sup>79</sup> 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.

<sup>80</sup> 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.

<sup>81</sup> Se referían al sobreprecio de 79.04 dólares americanos por ha con el que salió al mercado la semilla transgénica.

muestra representativa estadísticamente. Pero si 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, etc.

En cuanto al contrato de licencia para el uso de la tecnología Bollgard, los productores sentían que era 100% a favor de Monsanto, pero no externaron incomodidad por el hecho de firmar. Cabe resaltar que al ser interrogados respecto a si los recursos para el manejo de los productos transgénicos les representaban una carga, los productores dijeron que no. Es importante resaltar que los productores entrevistados manejan un nivel 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 de transgénicos; 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 aspectos de propiedad intelectual.

En ese sentido, en cuanto a la implementación 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 es en relación con la práctica agrícola y la toma de decisiones para su manejo -y 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 con respecto a la práctica cotidiana estas 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.

Con respecto al 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 aspectos de propiedad intelectual 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<sup>82</sup>.

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.

En cuanto a la entrega de semilla a las despepitadoras autorizadas por Monsanto<sup>83</sup>, 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 Monsanto.

Por último, cabe resaltar que uno de los productores entrevistados -un gran productor de 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 este productor, Monsanto no había querido suministrarle la semilla Bollgard para una superficie de 10 hectáreas<sup>84</sup>. Lo anterior 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 agrobiotecnológicas 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 habido 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 rendimientos<sup>85</sup>.

---

<sup>82</sup> Es un caso que también mencionan Traxler *et al* y lo consideran como un caso donde el infractor podría ir a juicio (2001:11).

<sup>83</sup> 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.

<sup>84</sup> En el contrato el productor se compromete a sembrar áreas de refugio por cada 40 has de algodón transgénico; en este sentido, es posible que el número mínimo de hectáreas totales sea de 41.6 has.

<sup>85</sup> 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.

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 donde el sur de Sonora tiene el sobreprecio más atractivo a nivel nacional (ver Tabla 6.4.). 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<sup>86</sup>, 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.

Tabla 6.4. Precio de la semilla Bt según región

Región	Precio de la semilla Bt (dólares/22kgrs 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.

#### 6.4.2.4. La 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 Monsanto 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

<sup>86</sup> Como ya ha sucedido en la zona.

para combatir las plagas presentes en su predio. Este sería el tope máximo que Monsanto tendría para fijar el sobreprecio de la tecnología, mientras que el mínimo podría ser el precio de la semilla del algodón convencional<sup>87</sup>. En el caso del Bollgard la no competencia se debía a los aspectos de bioseguridad, ya que era el único algodón transgénico que había sido 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 sin embargo, 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 estos productores, se han visto desfavorecidos con un fuerte incremento respecto del costo de salida que tuvo la tecnología en un principio.

En este contexto es donde cabría preguntarse cuáles podrían ser los efectos de la estrategia -establecida por Monsanto- 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 implementada 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 de aplicar menos insecticidas.

En el caso del sur de Sonora, como se señaló, 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 medio 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

---

<sup>87</sup> Por supuesto esto no incluye recuperar lo que Monsanto ha invertido en desarrollar la tecnología Bollgard.

variedades, que son casi iguales (homogeneidad de los cultivos) y sembradas en grandes extensiones (monocultivo)" (2001:25).

#### 6.4.2.5. La aparición de insectos resistentes

Los efectos de los OGM en el medio ambiente, claramente son sitio-específicos y varían en el tiempo (Casas y Chauvet, 1994; 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 y su utilidad debe ser evaluada de manera responsable en procesos que impliquen una participación plural de todos los posibles afectados/beneficiados con su utilización.

Es importante resaltar que 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 públicos<sup>88</sup> -y que habían venido evaluando diferentes aspectos de los cultivos transgénicos en el país- y que también contó con la participación de personal de la empresa Monsanto con alto nivel de calificación. El objetivo de este grupo fue desarrollar un estudio de susceptibilidad a la toxina -que expresa el algodón Bollgard- 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 Bt<sup>89</sup> 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 sólo hecho de causar mortalidades superiores al 50% 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 de no sólo producir conocimiento confiable y

---

<sup>88</sup> 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 de evaluar el algodón transgénico.

<sup>89</sup> En este caso la Cry1A(c).

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 el algodón Bt 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, a lo largo de 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 DGSV con algodones de Monsanto con resistencia a insectos combinada con tolerancia a herbicidas<sup>90</sup>. Esto último plantea nuevos retos para los OGM en materia de complejidad institucional en el país.

### **6.4.3. La tercera etapa**

Esta tercera etapa se inicia a principios de abril de 2001 con la invitación abierta hecha por 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 para la liberación semi-comercial y comercial de OGM 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 -y que sus miembros hayan sido invitados de manera individual a las reuniones de análisis y discusión abiertas- y que, por otro lado, 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

---

<sup>90</sup> Fuente: SAGARPA.

indefiniciones que ha habido en torno a la CIBIOGEM prácticamente desde su creación -que indudablemente han afectado al CCB, su órgano de consulta obligatoria-.

#### 6.4.3.1. El ambiente en la tercera etapa

Cabe señalar que durante esta tercera etapa del análisis desarrollado en torno al 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 en 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<sup>91</sup> 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. Por otro lado, el 25 de julio, se adoptaron nuevas regulaciones en la UE respecto a 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 a la autorización y etiquetado de alimentos modificados genéticamente para humanos y animales. Lo anterior no fue del agrado de algunas organizaciones ambientalistas<sup>92</sup> 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 1% sin la obligación de etiquetarlos.

En esa misma fecha, Le Monde<sup>93</sup> -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 es una asociación que representa a 8,000 ecólogos en Estados Unidos- afirmando que el consenso de sus científicos a favor de la biotecnología

---

<sup>91</sup> <http://www.guardian.co.uk/Archive/Article/0,4273,4207654,00.html>

<sup>92</sup> Friends of the Earth's

<sup>93</sup> <http://www.monde-diplomatique.fr/>



distaba de ser completo. De ahí que, 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.

En el nivel nacional, como se señaló, los diferentes actores -cuyo quehacer tenía que ver con las posibles consecuencias de liberar OGM en el medio 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.

#### **6.4.3.2. Los actores y las actividades a realizar en la tercera etapa**

En la Figura 6.5. se comparan las redes de actores afiliados a los procedimientos para atender solicitudes de liberación semicomercial 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 DGSV (Figura 6.5.a); así como en la propuesta de anteproyecto elaborada el 31 de julio de 2001 (Figura 6.5.b) 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. 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 señalado en el capítulo 2 y también su dinamismo



plantean en los anteproyectos de norma elaborados por SAGARPA y SEMARNAT, así como los diferentes actores que los realizan (se incluyen las abreviaturas utilizadas para mayor facilidad de identificación de actores y procedimientos propuestos en las matrices y redes elaboradas).

Tabla 6.5.a. Procedimientos para la atención de Solicitudes para la liberación de OGM a nivel piloto y comercial

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 donde se realizará liberación
6. PublicaFicha	Publicar por medios electrónicos la ficha técnica para consulta pública
7. NuevReq	Establecer nuevos requisitos o 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. TurnaRepor	Turna ficha técnica a autoridades locales donde se realizará liberación
17. PublicaRepor	Publicar por medios electrónicos la ficha técnica para consulta pública
18. NuevosRequis	Establecer 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	Expide certificado
23. NotificaciónAnual	Notificación anual
24. NotifTrim	Notificación trimestral
25. SolSubsecuentes	Solicitudes subsecuentes
26. PublicaResol	Publicación de resolución con el 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. Verificacion	Verificación de las liberaciones
36. RevocCertific	Revocación del certificado
37. DestrucCultivo	Destrucción de cultivos
38. Compensación	Compensación de daños

Tabla 6.5.b. Actores que realizan los procedimientos para la atención de solicitudes para la liberación de OGM a nivel piloto y comercial

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	Público, se refiere a la participación de cualquier actor
9. CIBIOGEM	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

La DGSV (ver Figura 6.5.b) sigue siendo el actor de mayor centralidad, pero también aparecen con una centralidad importante actores como la DGIOECE así como la entidad responsable, es decir quien va a realizar la liberación semicomercial o comercial del OGM. Cabe señalar que, 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 medio 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 norma<sup>95</sup> 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<sup>96</sup>. Es importante también destacar los

<sup>95</sup> NOM-059-ECOL-1994.

<sup>96</sup> 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.

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 esta 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. Este también fue un cambio planteado, entre otros, por GreenPeace.

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, si no 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 nivel de tecnificación e infraestructura carentes en las zonas paperas de la Sierra Norte de Puebla.

Cabe destacar también que, de acuerdo a 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 anterior constituye también un cambio, ya que antes esa responsabilidad recaía en 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 medio ambiente y a los recursos naturales, en la parte de medidas de bioseguridad.

Cuando se observan las Figuras 6.5.a y 6.5.b 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.

A nivel gubernamental, por muchos años, la DGSV ha sido la institución encargada de analizar las 182<sup>97</sup> solicitudes para liberar OGM a nivel experimental y piloto y para dar seguimiento y evaluar sus resultados. Para cumplir con esta tarea, la DGSV se ha apoyado en el personal con que cuenta a nivel estatal en las zonas agrícolas con mayor nivel de tecnificación y mejor infraestructura; así como en comités expertos integrados por académicos de prestigio -que a lo largo de 13 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 a 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 estos -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 que están siendo aplicadas actualmente en el país, no sólo porque involucran más requerimientos, también incluyen a un mayor número de actores con un mayor nivel de coordinación entre ellos; y la coordinación horizontal a nivel gubernamental no ha sido una tarea sencilla en este país, ni es algo que puede surgir de manera espontánea.

---

<sup>97</sup> Datos de DGSV a abril de 2001.

Pero muy especialmente, 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 SEMARNAP, 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 tienen experiencia en la materia y probablemente tampoco cuenten 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 13 años en la liberación de OGM que tiene la DGSV y conseguir los recursos que ambas dependencias necesitan para cumplir con su responsabilidad en aspectos de bioseguridad.

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, en donde recientemente se habían implantado normas<sup>98</sup> y se habían otorgado apoyos específicos en aspectos fitosanitarios. En dichas zonas existen centros del sistema de innovación agrícola en 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, que ha sido de 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 ha realizado en las mejores tierras irrigadas en el norte del país y -con los recursos asociados al programa de fomento al algodón- ha recibido los apoyos en materia de insumos, así como de manejo poscosecha (plantas voluntarias<sup>99</sup>), que han sido elementos importantes que apoyan el manejo de este OGM, etc.

Además, se trata de un cultivo en donde las zonas autorizadas pueden ser claramente diferenciadas y en ellas -según argumentan los investigadores de algunos de los centros INIFAP establecidos en las zonas donde se cultiva el algodón transgénico- no hay riesgo de flujo genético a parientes silvestres, lo que significa una variable menos a considerar en su evaluación.

---

<sup>98</sup> 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 algodonoero en 1997 (ver Cárdenas *et al.*, 1997:28-31).

<sup>99</sup> 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.

Todo lo anterior para manejar un cultivo que, en su mejor, año ha sido sembrado en 26,000 has. Por lo anterior tiene mucho sentido lo que dice Massieu respecto de que "la siembra de transgénicos en el país es incipiente y que 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" (Massieu, 2001:30).

Lo anterior cobra mayor sentido si se considera que en un país como 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 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.

En lo que respecta a 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.

#### **6.4.3.3. La propiedad intelectual y el acceso a la tecnología de algodón resistente al ataque de insectos para productores agrícolas**

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 es importante señalar que, aún 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 licenciario (productor) para usar la tecnología genética de algodón, 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 esta "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 Monsanto 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.

Cabe destacar que la protección como secreto es una de las dos principales maneras de proteger una invención generada a través de I&D, la otra, muy importante, es la patente. Generalmente se opta por mantener la invención como secreto industrial solamente si la invención puede ser mantenida -valga la redundancia- como secreto.

De ahí que en el caso de una invención como la semilla del algodón resistente al ataque de insectos no parecería ser este 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 bioseguridad 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<sup>100</sup>.

De igual suerte, algunas de las condiciones establecidas en el contrato, van más allá de lo que marca la ley, como es lo relativo al compromiso del licenciataria 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 ¿porqué 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 semicomerciales de bioseguridad y en consecuencia la única que podía ofertar el algodón transgénico resistente al ataque de insectos en el país.

Que, 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 condiciones, renunciar a un derecho como guardar semilla no es algo que le cause mayor problema a este tipo de productores. Por otro lado, si bien algunas de las asociaciones de productores de algodón -a través 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

---

<sup>100</sup> Comunicación personal del M. C. Víctor Morales, especialista en propiedad industrial.

forma valdría la pena pues preguntarse las posibilidades reales que tendrían algunos actores de intervenir al respecto.

#### 6.4.4. El 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 regulatorios en materia de bioseguridad 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 medio 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 tendrán un efecto "correctivo" sobre estrategias tipo "comercializar por comercializar" como las implementadas 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 el algodón transgénico y de zonas aledañas, lo que significará mayores contrapesos en dicho debate. Los caminos para la participación de nuevos actores quedarán institucionalizados al implementar 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 transgénicos que están siendo probados o están en espera de autorización -en superficies del orden de 1,000 has. 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. Este papel central, hasta el momento, ha sido jugado por la empresa Monsanto, como se puede apreciar en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6. Número de medidas adicionales de bioseguridad que realiza cada actor. PRIMERA ETAPA

	Medidas adicionales																												Σ		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9	
	I	A	D	R	B	A	D	F	V	C	A	R	P	P	R	E	P	C	D	N	R	R	R	R	F	F	F	F	R		
1 MOCSA	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	
2 GteTerritorioMon	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	6	
3 SupervisorTecMon	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	14	
4 DGSV	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	11	
5 DGSVReg	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	16	
6 DDR	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	11	
7 ProdAsocTrans	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	15	
8 ProdAsocNoTrans	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
9 ResponsableFito	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	12	
10 InstInvestReconoc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	
11 OtrosActoresTec	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
12 CNBA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7	
13 DespepitadorasAut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4	
14 SuministrInsumos	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	12

FUENTE: Elaborada con base en la Norma 056-FITO-1995 - Medidas adicionales de Bioseguridad.

Al respecto, es importante señalar que tanto la DGSV como la DGIOECE tendrán que jugar no sólo un papel más central, si no 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 de hacer adecuaciones en su organización. En ese sentido, será de gran importancia la experiencia local y central que ha jugado la DGSV desde que se inició la experimentación con productos transgénicos en el país, especialmente la de nivel piloto y que se puede apreciar en la Tabla 6.6, y es de esperarse que siga siendo la institución gubernamental líder y en consecuencia que los criterios agrícolas sean los dominantes. La experiencia local en manejo integrado de plagas sin embargo, 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 la semilla transgénica aquellos productores con menos de cuarenta hectáreas destinadas al cultivo de este algodón transgénico -excepción hecha de los que estén organizados en asociaciones cuyas tierras compactadas excedan este límite-.

### 6.4.5. Comprobación de hipótesis

En este apartado se resumen los aspectos relacionados con la comprobación de las hipótesis presentadas en el apartado 4.4. En la Figura 6.5. se puede apreciar 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 SAGARPA y SEMARNAT. Estas propuestas 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 medio 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 implicará 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 agrobiotecnológicos, 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 medio ambiente.

Por su parte, los aspectos relacionados con la propiedad intelectual, y más específicamente lo relativo al acceso al algodón transgénico por parte de productores, se han concretado a través de contratos de licencia de la tecnología genética, considerando a ésta como un secreto industrial. Conviene destacar que, con este contrato, el licenciataria 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 hipótesis 1 relativa a que los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad afectarían el acceso de los actores a la tecnología en cuestión, excluyendo a aquellos actores 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 licenciataria 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 40 has. por licenciataria.

Lo anterior se refuerza con lo observado en la investigación de campo y en los datos publicados acerca del tamaño de las superficies sembradas con algodón transgénico 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 10 has.

Es en este sentido que la falta de recursos y de la organización necesaria para el manejo de los aspectos relacionados con bioseguridad, es decir de falta de capacidad de los actores para procesar la tecnología en cuestión, al igual que en el primer caso, limitaría el acceso de pequeños productores a esta tecnología.

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. Lo anterior no sólo por la mayor importancia económica y social del maíz en México en comparación con el algodón, sino también porque a pesar de que ambos son cultivos básicos en el país, 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 los 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 en el país, las emisiones de pesticidas a la atmósfera han disminuido sensiblemente y en consecuencia, los intereses de productores, complejos agrobiotecnológicos, 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 nivel regional por estos actores respecto al 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 causado oposición de ONG ambientalistas internacionales o locales que pudieran ver a esta tecnología como una amenaza para la biodiversidad.

Por otro lado, el trabajo que se ha venido haciendo 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 a lo largo del proceso de análisis y evaluación de OGM en el país, al menos en papel. La efectividad de esta participación para orientar a esta 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 ha habido 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 (ver Tabla 6.6) y su control sobre la información generada. El poder de Monsanto 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 en consecuencia, tal influencia en el proceso. Es indudable que, aún 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.

Por último, es importante destacar que desde hace algún tiempo se habían venido reportando casos de contaminación genética, tales casos se presentaban en campos aledaños a los sembrados con materiales transgénicos y hasta cierto punto eran esperables. Sin embargo, desde el inicio de esta tercera etapa se han reportado casos de contaminación genética en Europa, en donde existe una moratoria para el cultivo de plantas transgénicas 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 en este país, siendo que nunca ha sido autorizado su cultivo y desde 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 nivel 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<sup>101</sup>, 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

---

<sup>101</sup> 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 por su parte 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 través de barreras para evitar contaminación y porque se utilizan despepitadoras especiales (menos agresivas para la pepita).

puede combatir el producto en cuestión-, o como a las que se acceda de manera no intencional - siembra de semillas no segregadas<sup>102</sup>, 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 de la agrobiotecnología más allá de los emprendidos hasta ahora, poniendo especial atención en la capacidad para procesar la tecnología de todos y cada uno de los actores dedicados 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 la complejidad y multidisciplinariedad de la agrobiotecnología 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.

---

<sup>102</sup> México importa semilla de algodón tanto de China como de Estados Unidos y en ambos países se siembra algodón Bt.



## 7. Conclusiones

En esta investigación se analizaron los efectos que tienen 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 un país como México<sup>1</sup>. Es importante resaltar que los resultados de otras investigaciones -que han hecho referencia a ambos aspectos- también 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 la agrobiotecnología 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 esta tecnología 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 tesis se volvió más complejo.

El proceso mismo de formación del doctorado, la labor de dirección de la tesis, la investigación de campo, como también la evolución que ha tenido la agrobiotecnología, 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<sup>2</sup>.

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 la agrobiotecnología.

De ahí que la motivación inicial de esta investigación se transformara para avanzar en el entendimiento de los diferentes aspectos relacionados con el desarrollo y uso de la agrobiotecnología, para que el acceso a esta tecnología -por parte de los diferentes actores involucrados- fuera

---

<sup>1</sup> Aunque se reconoce, de entrada, que el acceso a una tecnología como esta puede ser afectado por múltiples factores

<sup>2</sup> En los ESOCITE, además, se han reconocido ampliamente las dificultades que involucra guiar una tecnología desde una perspectiva externa

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 utilizar la tecnología, 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, etc.- 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.

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 -reconociendo la interacción y participación social que estaba atrayendo el desarrollo y uso de la agrobiotecnología, se consideró importante incorporar en los objetivos de la tesis un análisis de las posibilidades que tendrían los actores de reorientar -a través de los aspectos de propiedad intelectual y bioseguridad- el desarrollo y/o uso de esta tecnología hacia objetivos de beneficio social más amplio.

En este capítulo se integran las conclusiones de esta investigación 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; en la tercera algunas conclusiones generales relacionadas con los casos.

### **7.1. Conclusiones sobre el marco para el 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 la importancia de la tecnología 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 de la agrobiotecnología que han despertado diversas reacciones en los actores involucrados y han movilizad o grupos de interés que afectan la marcha de esta tecnología. Dentro de estos destaca el que los desarrollos agrobiotecnológicos pueden ser protegidos por derechos de propiedad intelectual fuertes, lo cual no tiene precedente en agricultura. De igual suerte, el que los desarrollos agrobiotecnológicos, 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 pretendía estudiar, es decir de la agrobiotecnología –compleja, apropiable y riesgosa- 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.

Además, el proceso de formación del doctorado y la dirección del trabajo de investigación hicieron posible el análisis y discusión de múltiples trabajos referidos directamente al tema y/o que guardaban relación con él. Lo anterior, junto con la investigación de campo realizada, 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 -como es el de la agrobiotecnología- tanto en términos de lo sucedido como de lo que podría suceder y establecer escenarios o pronósticos con supuestos explícitos<sup>3</sup>.

El desarrollo y uso de una tecnología basada en ciencia como la agrobiotecnología se conceptualizó como el resultado de la interacción de múltiples actores a través del tiempo, realizando distintas actividades y tratando de alcanzar objetivos específicos; dando lugar en su quehacer al intercambio de diversos intermediarios<sup>4</sup> 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 a lo largo de todo el proceso de desarrollo y 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 esta tecnología.

---

<sup>3</sup> Según Otero, la validez de los escenarios puede ser evaluada en función de lo adecuado que sean los supuestos (Otero, 1991:24).

<sup>4</sup> Cualquier cosa que tenga que ver con el desarrollo y utilización de la tecnología en cuestión.

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 que han sido generados y/o aplicados en estudios de sectores industriales fundamentalmente<sup>5</sup>.

Para abordar los efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad en el acceso a la biotecnología agrícola, a nivel general (capítulos 3 y 4) y a nivel específico (capítulos 5 y 6) 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.

Así mismo fue de gran utilidad representar el proceso de cambio tecnológico en agrobiotecnología como el resultado de distintos tipos de actividades -que realizan 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 cambiando 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<sup>6</sup>.

Con este marco se evidenció, por un lado, el gran número de estas actividades que actualmente concentran ciertos actores -como los grandes complejos agrobiotecnológicos en el mundo- lo cual se traduce en una gran convergencia de objetivos y en una mayor velocidad -en comparación a lo que se tenía antes- 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

---

<sup>5</sup> Además, desde los sesenta, Rogers había demostrado que algunas teorías de difusión de innovaciones podían ser aplicadas a la agricultura (1960).

<sup>6</sup> El esquema conceptual se presenta en la Fig. 2.3.

gubernamentales están jugando 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<sup>7</sup>. 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 un enfoque de redes sociotécnicas -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 el 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 propiedad intelectual y la bioseguridad habían sido visualizadas por los formuladores de políticas como pre-requisitos para el acceso a la nueva biotecnología aplicada a la agricultura. Esto 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.

### 7.1.1. La 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, realizando actividades que los relacionaban y que requerían el concurso 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 un proceso acumulativo en donde las capacidades

---

<sup>7</sup> 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).

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 esta tesis: 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<sup>8</sup>. 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 y 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 la red total (Mizruchi, 1994:33; Faust, 2002:9)).

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 a la agrobiotecnología en esta investigación como mecanismo articulador y como la esencia del desarrollo y uso de la tecnología.

---

<sup>8</sup> Lo anterior había sido sugerido por Callon pero no se había aplicado al análisis de procesos de desarrollo de tecnologías complejas (aunque si 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.

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 a la agrobiotecnología como una propiedad del par, no de un actor<sup>9</sup>, es particularmente relevante para países de menos desarrollo como México, en 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 –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 realizando una misma actividad –en torno al desarrollo y/o utilización de tecnologías complejas. El poder asociar actores con actividades realizadas permitió visualizar a través 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 enlaces 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, es importante destacar que el desarrollo y uso de tecnologías complejas implica no sólo flujos de intermediarios diversos, si no que además, en el caso de conocimiento, este 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

---

<sup>9</sup> 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.

el diagnóstico<sup>10</sup>. Las redes de afiliación por su parte permitieron además visualizar la manera en que los actores –al realizar ciertas actividades<sup>11</sup>– pueden afectar el desarrollo y uso de la tecnología en cuestión.

## 7.2. 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 los relacionados con la capacidad de procesamiento de los actores. Así, en términos de disponibilidad de la agrobiotecnología, 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 implementar la vigilancia de posibles infracciones a estos derechos.

En el caso de bioseguridad, de igual suerte fue importante distinguir los efectos de los dos componentes considerados en el acceso, ya que algunos aspectos de bioseguridad 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 caso de acceso intencional a la tecnología, 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 al uso de la agrobiotecnología.

---

<sup>10</sup> Ver capítulo 5 cuadro 5.7.

<sup>11</sup> Se refiere especialmente a actividades de promoción y regulación de la tecnología.



## 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 a esta tecnología aquellos actores que tuvieran deficiencias en recursos y en organización para manejarla (aspectos relacionados con capacidad de procesamiento del actor tanto a nivel intra como interinstitucional) como son las semilleras locales y los pequeños productores.

Por supuesto, se reconocía de entrada que el acceso a una tecnología 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 regulatorias 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. La investigación realizada 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 aportado por la propia empresa, tanto en lo que concierne a vigilancia y monitoreo en aspectos de bioseguridad, como para el control y vigilancia de los derechos en materia de propiedad intelectual. Pero también por parte de los productores agrícolas ha habido un esfuerzo por aprender nuevas técnicas e invertir en nuevos insumos.

Este tipo de actores, así como el "ambiente de selección" prevalente 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<sup>12</sup>, lo que aunado a los elementos utilizados a lo largo de esta investigación permiten comprobar esta hipótesis 1 -para el

---

<sup>12</sup> En términos de lo que puede alcanzar un desarrollo tan específico como este en función del patrón actual de plagas en las regiones agrícolas donde se ha autorizado su cultivo.

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<sup>13</sup> elevará las barreras para que productores de menos recursos así como empresas semilleras, pequeñas o medianas, puedan tener acceso a otras tecnologías de este tipo.

Es decir, 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 regulatorios en bioseguridad, lo anterior independientemente de que se logran acuerdos en materia de DPI que garantizaran la disponibilidad de tecnología.

Lo señalado en el párrafo anterior guarda también relación con el caso de la papa resistente a virus. Así, aunque hasta el momento no se haya iniciado la etapa de adopción, las observaciones realizadas en el caso de algodón y los aspectos analizados en los capítulos 4 y 5 permiten suponer que el acceso de pequeños productores a dicha tecnología -de por sí 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 a la normatividad en proceso en materia de bioseguridad 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 CINVESTAV-I 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

---

<sup>13</sup> Las plantas resistentes al ataque de plagas y enfermedades han sido consideradas como candidatos muy probables para ser utilizadas por pequeños productores.

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 los aspectos 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 metáfora de la red y su operacionalización 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 tesis: 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 agrobiotecnológica: que no se realicen cierto tipo de experimentos, que no se rebasen determinados límites geográficos, etc. Pero también consiguen aliados entre consumidores para que estos corten el vínculo del consumo y esto es algo muy importante para hacer retroceder las estrategias de cualquier empresa. Pero esto no se hubiera podido lograr 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 agrobiotecnológicas 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 contraargumentan con opciones tecnológicas muy seductorales, tales como: agricultura orgánica, agricultura sustentable, etc. 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 ellas son más eficientes en términos objetivos.

Los aspectos de bioseguridad requieren que los aspectos políticos, así como los científicos y técnicos vayan de la mano<sup>14</sup>. Es indudable que una serie de efectos inesperados en la liberación de plantas

---

<sup>14</sup> 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

transgénicas contribuyó a incrementar el poder de convocatoria de los grupos que se oponen a la agrobiotecnología en el mundo, especialmente de países más desarrollados. Pero la posibilidad de estos nuevos actores para influir en el acceso a agrobiotecnologías ya desarrolladas, a través de propiedad intelectual y bioseguridad, depende de manera importante de la existencia de marcos legales en ambos aspectos que les permita, 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 través de su componente de disponibilidad); así como de su capacidad para influenciar 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 la otra componente del acceso: la capacidad de procesamiento del actor y la manera en que este 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 movilizados para tomar decisiones bien informadas en materia de propiedad intelectual y bioseguridad y 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 regulatorios, 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 riesgo –al menos en papel<sup>15</sup>- cosa que no sucedía con anterioridad. De igual suerte, ha habido un creciente poder de convocatoria de ONG ambientalistas y de organizaciones de productores para la discusión de aspectos de bioseguridad en diversos foros. La conciencia de estar participando en actividades regulatorias 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 el 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 nivel local, sobre

---

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 por su parte se acepta que se debe tomar en cuenta otra variedad de factores cuando se establecen políticas, tales como 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).

<sup>15</sup> 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.

los posibles riesgos y beneficios de los OGM, que alimenten de manera objetiva<sup>16</sup> 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 de la agrobiotecnología –más allá de los emprendidos hasta ahora en materia de propiedad intelectual y bioseguridad- 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; 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<sup>17</sup>, que ponían de manifiesto 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 semilla<sup>18</sup> 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 ineffectividad 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.

Posterior al 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 nivel internacional por falta de rigor - alertó sobre un problema de capital importancia para el país y

<sup>16</sup> Evaluando con rigor y transparencia las opciones tecnológicas a las agrobiotecnologías.

<sup>17</sup> Se refiere a una conferencia que iba a ser impartida en la Cd. de México en mayo de 2001 por el Dr. 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.

<sup>18</sup> 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; este maíz 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).

para el mundo<sup>19</sup>; 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 mitigación del problema, que eviten que los efectos de cualquier desarrollo agrobiotecnológico 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.

### 7.3. Conclusiones sobre los casos

El desarrollo y utilización de agrobiotecnologías 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 profundidad y compensar la carencia de un mayor número de casos<sup>20</sup>.

La comprobación de hipótesis para cada uno de los casos se presenta de manera detallada en los puntos (5.4.5.) para el caso de la papa resistente a virus y en (6.4.5) para el caso del algodón resistente a insectos. Hay sin embargo conclusiones importantes con respecto a los casos analizados que vale la pena resaltar en esta sección.

#### 7.3.1. El 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 caso de acceso a productores y semilleros, 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, como ya se señaló. 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

<sup>19</sup> Los resultados del Dr. Chapela fueron tomados en cuenta hasta que fueron publicados en una revista científica Internacional, cosa que sucedió algunos meses después de su anuncio en un evento académico local.

<sup>20</sup> 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.

transferencia y adaptación de tecnología que no era de libre acceso. Además, a través del proyecto de papa resistente a virus CINVESTAV-I 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; si no 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 jugar 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<sup>21</sup>.

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.

---

<sup>21</sup> La problemática que enfrentan los pequeños productores de papa 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.

Lo anteriormente señalado puede observarse claramente en la Figura 5.8 donde la proliferación de enlaces a través del tiempo guarda una estrecha relación con la percepción que existe actualmente en el país, acerca de que la agrobiotecnología requiere de mayores y más articulados esfuerzos para utilizar, de manera segura, este tipo de productos. Y este *momentum* que han adquirido los aspectos relativos en bioseguridad no es algo que pueda revertirse de la noche a la mañana, y enfrenta a los diferentes actores involucrados a lo largo de este proyecto a una cada vez mayor complejidad institucional, cuya instrumentación plantea retos muy grandes en términos de recursos y organización.

### 7.3.2. El 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 en 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 en donde se ha promovido la utilización de algodón transgénico 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 los aspectos de bioseguridad y de implementar la vigilancia en materia de propiedad intelectual.

La formación del mercado del algodón transgénico ha estado influenciada también por factores que no son de mercado, tales como: la existencia de instituciones de tipo regulatorio con experiencia en manejo integrado de plagas, de investigación y asistencia técnica para la adaptación de las variedades transgénicas, de productores con alto nivel de capacitación, de marcos legales que facilitan las asociaciones de productores, del establecimiento de subsidios para la compra de la tecnología transgénica, etc. Monsanto ha establecido precios diferenciales de la tecnología, incrementando el precio de la misma en las zonas donde gracias a tales factores la tecnología es más efectiva. De esta forma Monsanto 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.



### 7.3.3. Acerca de las enseñanzas de la investigación para otros casos

Es un hecho que tanto a nivel internacional como nacional se están abriendo espacios de participación en actividades de control de la agrobiotecnología 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 que 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, como es el 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, mismos que no son excluyentes; en ambos, el marco para el análisis con su énfasis en relaciones, puede ser de utilidad. El primero de ellos 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 otro camino, que va más en la línea de buscar cambios incrementales en el sistema que actualmente gobierna los aspectos de propiedad intelectual a nivel nacional, implica la utilización de algunas de las actuales figuras de la propiedad intelectual, especialmente aquellas que permiten integrar el conocimiento tradicional generado en entornos particulares. En este otro camino, el ARS puede ser de gran utilidad para identificar los actores y las actividades involucradas, y la complejidad detrás de tales interacciones.

Destaca 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 que 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.

Es importante 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, como por la marcha del cambio tecnológico.

## Bibliografía

- Aboites, G. (1992) "Problemas que plantea la biotecnología en el marco legislativo de la propiedad intelectual: el caso de México" en R. Casas, M. Chauvet y D. Rodríguez.
- Aemi, P. (1997) "Public acceptance of genetically engineered food in developing countries: The case of transgenic rice in Philippines", *STHIAW Schriftenreihe Publications*, Swiss Federal Institute of Technology Zurich Switzerland.
- Aemi, P. (2001a) "La percepción pública de la biotecnología agrícola en México", Reporte de Investigación, Centro para el Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard/Departamento de Sociología UAMA/ Instituto de Ingeniería UNAM: Cambridge, MA/México.46 pp.
- Aemie, P. (2001b) "Public attitudes towards agricultural biotechnology in developing countries: a comparison between Mexico and Philippines", *STI Research Report*, july, Cambridge, MA.48 pp.
- Agrosintesis (1997a) "Evaluación de variedades de algodón transgénico en la Comarca Lagunera", *Agrosintesis*, abril 30, 14-16.
- Agrosintesis (1997b) "Experiencias en el sur de Tamaulipas: Las únicas larvas de bellotero que encontramos estaban muertas", *Agrosintesis*, abril 30, 22-23.
- Agrosintesis (1997c) "Nuevos algodones transgénicos y soya en Tamaulipas", *Agrosintesis*, noviembre 30, 8-13.
- Agrosintesis (1997d) "Nuevas evaluaciones de algodones transgénicos en el sur de Tamaulipas", *Agrosintesis*, noviembre 30, 14-17.
- Agrosintesis (1997e) "Nuevo programa para impulsar el algodón", *Agrosintesis*, noviembre 30, 20-22.
- Agrosintesis (1999a) "Disminuirá superficie y producción de algodón", *Agrosintesis*, febrero 28, 13-15.
- Agrosintesis (2000) "El algodón Bollgard, sin peligro de provocar resistencia", *Agrosintesis*, julio 31, 20-23.
- Alker, D. and Heidhues F. (2001) "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, Ravello, Italy, June 15-18, 2001.
- Altman, D. and Watanabe, K. (eds) (1995) *Plant biotechnology transfer to developing countries*, R.G. Landes Company: Austin, xxi & 300 pp.
- Álvarez, A. Bohorova, N., Castillo-Gozález, F., Dirzo, R., Equihua, M., Gálvez, A., Garzón, J.A., González, R.L., Larqué, A., Larson, J., López-Herrera, A., Loyola, V., Martínez, G. Nieto, J., Vázquez, L., Paredes, O., Piñero, D., Sarukhán, J., von Scheven, E., Solleiro, J.L. y Serratos, J.A. (1999) "Organismos vivos modificados en la agricultura mexicana: desarrollo biotecnológico y conservación de la diversidad biológica", *Biotecnología*, vol.4, no.2, pp.47-60.
- Álvarez, A. (2000) "Mexico: Ensuring environmental safety while benefiting from biotechnology", in G.J.Persley and M.M. Lantín, pp.90-96.
- Archibugi, D. and Michie, J. (1997) "Technological globalization and national systems of innovation: An introduction", in D. Archibugi and J. Michie.
- Archibugi, D. and Michie, J. (eds.) (1997) *Technology, globalization and economic performance*, Cambridge University Press: Great Britain.
- Arellano, A. (2000) "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 25-29 de septiembre de 2000, Morelia, Mich.
- Armendáriz, A. (1997a) "Algodonero vs maíz", *Agrosintesis*, julio 31, pp.14-15.
- Armendáriz, A. (1997b) "La fiebre del algodón se estabiliza", *Agrosintesis*, julio 31, pp.17-21.
- Armendáriz, A. (1998a) "Se esperan más de 50 mil has de algodón en Mexicali", *Agrosintesis*, abril 30, pp.18-21.
- Armendáriz, A. (1998b) "Inalcanzables las metas del programa de algodón", *Agrosintesis*, abril 30, pp. 24-27.
- Armendáriz, A. (1998c) "En algodón precios bajos y escasa demanda", *Agrosintesis*, noviembre 30, pp.24-29.
- Armendáriz, A. (1998d) "Crisis en la comercialización de algodón". *Agrosintesis*, noviembre 30, pp. 27-29.
- Armendáriz, A. (1999a) "Difícil panorama para el algodón". *Agrosintesis*, noviembre 30, pp. 23-24.
- Armendáriz, A. (1999b) "El algodón más competitivo que los granos". *Agrosintesis*, diciembre 31, pp.7-11.
- Armendáriz, A. (1999c) "Cae producción de algodón", *Agrosintesis*, septiembre 30, pp.12-16.

- Arnold E and Balázs, K. (1998) *Methods in the evaluation of publicly funded basic research: A review for OECD*. Technopolis: Brighton, UK [www Document] <http://www.technopolis.co.uk/reports>.
- Amaga, E., Bosh, P., Espinoza, J., Gálvez, A., Ortega, R. y Ramirez, T. (2001) "Marco legal e institucional". en F. Bolívar.
- Arroyo, G., Casas, R., Chambille, K. Y Escudero, G. (1989) *La biotecnología y el problema alimentario en México*, Colección Agricultura y Economía, Plaza y Valdés/UAM, 238 pp.
- ASERCA (1998) "La papa en México, un cultivo con potencialidad", *Claridades Agropecuarias*, N°57, ASERCA: México, 3-15 pp.
- Avalos, I. (1990) *Biotecnología e industria: Un ensayo de interpretación teórica*, N°18, Serie de Documentos de Programas, IICA: San José, Costa Rica.
- Avalos, I. (1993), "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*, IICA: San José, Costa Rica, pp. 379-456.
- Avila-Valdez, J. (1999) "Manejo integrado de plagas en algodónero", *Agrosíntesis*, septiembre 30, pp. 18-27.
- B&D Monitor (1990) "Miracle or menace? by Robert Wakgate", *Biotechnology and Development Monitor* N°5, p.24.
- B&D Monitor (1991) "Gabrielle J. Persley (ed), *Agricultural biotechnology: opportunities for international development*", *Biotechnology and Development Monitor* N°7, p. 24.
- B&D (2001) "Editorial: non food crops", *Biotechnology & Development Monitor*, N° 44/45, University of Amsterdam: The Netherlands. pp. 2.
- Babinard, J. and Josling, T. (2001) "The stakeholders and the struggle for public opinion, regulatory control and market development", in G.C. Nelson.
- Bell, G. and Callon, M. (1994). "Techno economics networks and science and technology policy", *STI Review*, No. 14, pp. 59-117.
- Bell, M. and Pavitt, K. (1997) "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries", in D. Archibugi and J. Michie.
- Berg, M. (1998) "The politics of technology: on bringing social theory into technological design", *Science Technology & Human Values*, Vol.23, N°4, pp.456-490.
- Biamés, A., Colin, J.P. y Santiago, M.J. (1995) *Agroeconomía de la papa en México*, Orstom/CP: México, 190 pp.
- Bijker, W. (1995) "Sociohistorical Technology Studies", in, S. Jasanoff et al, pp. 229-256.
- Bijker, W., Hughes, T. and Pinch, T. (eds) (1987) *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, MIT Press: Cambridge.
- Bijman, J. (1999) "Life sciences companies: can they combine seeds, agrochemicals and pharmaceuticals", *Biotechnology and Development Monitor* No.40, University of Amsterdam: The Netherlands, pp.14-19.
- Bijman, J. (2001), "Restructuring the life sciences companies", *Biotechnology and Development Monitor* No.44/45. University of Amsterdam, The Netherlands, pp.26-31.
- Bijman, W.J. and Enzing, C.M. (1995) "Biotechnology and vertical coordination in the agrofood chain: a case study of the Dutch potato chain", *Science and Public Policy*, vol.22, no. 6, pp. 391-398.
- BINAS (1995a) "Editorial", *BINAS News*, Vol.1, Issue1, ICGEB:Austria, pp 1-2.
- BINAS (1995b) "The Climate for applying biotechnology in Europe", *BINAS News*, Vol.1, Issue 2. UNIDO/ICGEB: Austria. pp.10.
- BINAS (1995c) "Editorial", *BINAS News*, Vol.1, Issue 3, ICGEB: Austria, pp.10.
- BINAS (1998) "Editorial", *BINAS News* Vol. 4 Issue1, Biosafety Information Network and Advisory Service UNIDO: Vienna, Austria.
- Bolívar, F. (2001) *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, SEP/CONACYT: México, 339 pp.
- Bowden, G. (1995) "Coming of age in STS" in S. Jasanoff, G.E. Markle, J. Petersen and T.Pinch.
- Breach, M. (1998) "La comercialización de algodón abatida por importaciones", *La Jornada* Estados, 22 de diciembre, pp. 35.
- Breach, M. (1999) "Algodoneros de Chihuahua en riesgo de perder 230,000 pacas", *La Jornada*, Estados, 12 de marzo, pp. 64.

- Breiger, R.L., Boorman, S.A., and Arabie, P. (1975) "An algorithm for clustering relational data with applications to social networks analysis and comparisons to multidimensional scaling", *Journal of Mathematical Psychology*, 12.
- Brenner, C. (1995), "Biotechnology and technological change in developing-country agriculture: An overview of OECD Development Centre Research", in Herbert-Copley, 21-32.
- Brenner, C. (1998) "Intellectual property rights and technology transfer in developing country agriculture: rhetoric and reality", Technical papers N°133, OECD Development Centre: Paris, 66 pp.
- Brey, P. (1999) "Philosophy of technology meets social constructivism", *Society for Philosophy & Technology*, Vol. 2, N° 3-4, 17 pp.
- Brown, K. (2001) "Seeds of Concern" *Scientific American*, Vol. 284. N°4, pp.40-45.
- Browne, W. (1994) "Public policy, biotechnology and the structure of agriculture" in J. Fessenden, pp. 169-172.
- Bunge, M. (1996) *Buscar la filosofía en las ciencias sociales*, Siglo veintiuno editores: México, pp. 362-392.
- Burt, R.S. (1976) "Positions in social networks", *Social Forces*, 55.
- Buttel, F. (1994) "Workshop report" in J. Fessenden, pp. 173-179.
- Buttel, F. (2000) "Some reflections on late twentieth century agrarian political economy", X World Congress of Rural Sociology, Rio de Janeiro, July 30-August 5, 22 pp.
- Buttel, F. y Cowan, T. (1990) "La biotecnología en el contexto internacional" en B. Suarez.
- Callon, M. (1987) "Society in the making: The study of technology as a tool for sociological analysis", in W. Bijker et al.
- Callon, M. (1992) "The dynamics of techno-economics networks" in R. Coombs, P. Saviotti and V. Walsh, pp.72-102.
- Callon, M. (1995) "Four models of the dynamics of science" in Jasanoff et al. pp. 29-53.
- Callon, M. (1997) ¿Es la ciencia un bien público?, *Sociológica*, año 12, N° 35, pp. 175-204.
- Callon, M. (1998). *The law of the markets*, Blackwell Publishers/The Sociological Review: Oxford.
- CamBioTec (1999) "Centro de Biotecnología "JOEL", José Elizondo Elizondo", *Boletín Informativo, Punto Focal México*, marzo, CamBioTec/IDRC: México, pp.3.
- Cárdenas-Rodríguez, R., Delgado-Figueroa, F., Guerrero-Guerrero, N. (1997) "Oportunidades de desarrollo del algodón en México", *Boletín Informativo*, No. 300, Vol. XXX, 30 de noviembre. FIRA: México, 55 pp.
- Carreón, M.A. (1994) "Field trials with transgenic plants: the regulatory history and current situation in México", in A. Krattiger and A. Rosemarin.
- Carton de Grammont, H. y Tejera, H. (coord) (1996) *La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio*, INAH/UAM/UNAM/Plaza y Valdés: México.
- Casas, R. (1993) *La investigación biotecnológica en México: Tendencias en el sector agroalimentario*, Colección Problemas Nacionales, IIS-UNAM: México, 292 pp.
- Casas, R. (coord.) (2001) *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*, Athropos/IIS-UNAM: México.
- Casas, R. Chauvet, M. y Rodríguez, D. (coord.) (1992) *La biotecnología y sus repercusiones socioeconómicas y políticas* IIS-UNAM, IIE-UNAM, Departamento de Sociología UAMA: México, x+424 pp.
- Casas, R. Chauvet, M. (1994) "La biotecnología: recapitulación sobre sus impactos en la agricultura y el medio ambiente" 480, Congreso Internacional de Americanistas (CIA), 4-9 July, CIA Stockholm/Uppsala: Sweden, 40 pp.
- Casas, R. and Luna, M. (1997) "Government, academia and the private sector: towards a new configuration", *Science and Public Policy*, Vol. 24, N° 1, pp.7-14.
- Cassiolato, J.E. and Martins, H.M. (2000) "Local systems of innovation in Mercosur countries", *Industry and Innovation*, vol 7, N°1, June, pp.33-53.
- Castells, M. (1999) *La sociedad Red: la era de la información: economía sociedad y cultura*, Vol. I, primera edición en español, Siglo Veintiuno editores: México.
- Cepeda-Rumayor, J.A. (1995) "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, Coah. (Lira-Saldivar et al eds.), pp. 2-6.
- CIP (1991) *Informe Anual*, Lima, Perú, 12+134 pp.

- Cohen, J. Falconi, C. and Komen, J. (1999) "Research policy and management issues". *Biotechnology for developing-country agriculture: Problems and opportunities. Focus 2*, Brief 8 of 10, IFPRI: Washington, D.C. 2 pp.
- Colin, M. (1998) "Repuntan importaciones de algodón por la escasez de esta materia prima en el mercado mexicano", *El Financiero*, Análisis, 3 de diciembre, pp. 21A.
- Collingridge, D. (1980) *The Social Control of Technology*, Frances Pinter: London.
- Commandeur, P. (1996) "Private-public cooperation in transgenic virus-resistant potatoes", *Biotechnology and Development Monitor*, N°28, pp.14-19.
- CONPAPA (1994) Informe del Presidente de la Confederación Nacional de Productores de Papa en la III Asamblea General Ordinaria, Guadalajara, Jal. Mayo, 14 pp.
- Constant II, E. (1987) "The social locus of technological practice: community, system, or organization?", in W. Bijker, T. Hughes and T. Pinch.
- Coombs, R. and Huil, R. (1998) "Knowledge management practices and path dependency in innovation", *Research Policy*, Vol. 27, pp. 237-253.
- Coombs, R., Saviotti, P. and Walsh, V. (1987), *Economics and technological change*, Rowman & Littlefield Publishers: New Jersey.
- Coombs, R., Saviotti, P. and Walsh, V. (1987), *Economics and technological change*, Rowman & Littlefield Publishers: New Jersey.
- Coombs, R., Saviotti, P. and Walsh, V. (eds) (1992), *Technological change and company strategies: economic and sociological perspectives*, Harcourt Brace Jovanovich Publishers: London.
- Cotero, M.A. (1998) "Reglamentaciones en México", en A. Gálvez y R.L. González.
- Crompton, T. and Wakeford, T. (1998) "Socioeconomics and the protocol on biosafety", *Nature Biotechnology*, Vol. 16, August, pp. 697-698.
- Covantes, L. (2001) "Organismos transgénicos, sus implicaciones ambientales y su presencia en México", *Rostros y voces de la sociedad civil*, Nueva Época, Año 6, N°22, mayo-junio, México. pp.25-29.
- Chandler, D. (1996) "Shaping and being shaping", *CMC Magazine*, Vol. 3, N° 2, Obtenido en la red mundial en marzo de 1999, <http://www.december.com/cmc/maq/1996/feb/chantone.html>
- Chauvet, M. (1991) "Biología y rentas tecnológicas". *Sociológica*, año 6, número 16, UAMA: México, pp.27-38.
- Chauvet, M. (1995), "Biotechnology and the future of agricultural development of Mexico", in Herbert-Copley (ed.), 49-60
- Chauvet, M. (1999) "Perspectives for biotechnological applications in mexican agriculture", Review article. *AgBiotechNet*, vol1, april, CAB International: UK, pp.1-5 (published electronically through *AgBiotechNet* at: <http://www.aqbio.cabweb.org>).
- Chauvet, M. (2000) *La ganadería bovina de carne en México: del auge a la crisis*, Biblioteca de Ciencias Sociales y Humanidades, Serie Sociología, UAM: México, 206 pp.
- Chauvet, M., Gonzalez, R.L. y Castañeda, Y. (1998a). "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.
- Chauvet, M. y González R.L. (1999) "Comentarios a la iniciativa de Ley sobre bioseguridad del Partido Verde Ecologista de México" contribución en dos partes en el suplemento *Agribusiness*, julio y agosto.
- Chauvet, M y Massieu, Y (1995), "Impactos socioeconómicos de la biotecnología en la agricultura de México" XIX Congreso Internacional de la Latin American Studies Association, Washington D. C.
- Chauvet, M., Massieu, Y., Castañeda, Y. Barajas, R.E. y González, R.L.(1998b) "Impactos socioeconómicos de la aplicación de la biotecnología en la producción de papa en México", Reporte de Investigación, Serie II, N° 363, Departamento de Sociología-UAMA: México, D.F. 21 pp.
- Chauvet, M., Massieu, Y., Castañeda, Y. Barajas, R.E. y González, R.L.(1999) Impactos socioeconómicos de la biotecnología en la producción de papa en México, informe de avance del proyecto CamBioTec, Grupo Sociedad y Biotecnología, Departamento de Sociología-UAMA: México, D.F. 12 pp.
- Chauvet, M., Solleiro, J.L. y González, R. L. (1998c) "Metodologías para el análisis del impacto socioeconómico de la biotecnología agrícola: lecciones de los estudios mexicanos", en J. Komen et al (eds).

- Dabat, A. (1993) *El mundo y las naciones*, UNAM-CRIM, México.
- de Melo, Martin, I (2002). "Aspectos éticos de algunas tecnologías biomédicas", notas del curso: Aspectos éticos de algunas tecnologías biomédicas, organizado por FC-UNAM, 7-14 de marzo de 2002, México.
- de Visser, A.J., Nijhuis, E.H., van Elsas, J.D. and Dueck T A. (2000) "Crops of uncertain nature?: Controversies and knowledge gaps concerning genetically modified crops: an inventory", *Plant Research International* B.V:Wageningen.
- DeBresson, C. (1991). "Networks of innovators. A review and introduction to the issue", *Research Policy*, Vol. 20, pp. 363-379.
- Deepack, S., Flores, S. and Stotzky, G. (1999) "Insecticidal toxin in root exudates from Bt corn". *Nature*, vol 402, pp 480.
- Del Valle, M.del C. y Solleiro, J.L. (coord) (1996) *El cambio tecnológico en la agricultura y las agroindustrias en México*, Siglo Veintiuno editores/IIIE-UNAM: México.
- Díaz-Valosís, M., Cadena, M., García, R., y Estañol, E. (1998) "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", *Agrociencia*, 32, México, pp. 39-45.
- Diego, R. (1995) "El paradigma neoliberal rural, y las reformas agrarias en México", *Cuadernos Agrarios: Nueva Época*, año 5°, N° 11 y 12, pp. 13-26.
- Dinham, B. (2001) "GM Cotton-farming by formula?", *Biotechnology and Development Monitor*, N°44/45, pp. 7-9.
- Doreian, P. (1979) *Mathematics and the study of social relations*, Weinfeld & Nicholson: London.
- Dosi, G. (1992) "Algunas cuestiones referentes a la innovación tecnológica", *Agricultura y Sociedad*, N° 64, julio-septiembre, pp. 271-275.
- Dufour, P. (1996) "Science as power?", *Science and Public Policy*, vol.23, no.2.
- Edquist, Ch. (1997) "Introduction: systems and innovations approaches: their emergence and characteristics, in Ch. Edquist. pp.1-35.
- Edquist, Ch. (1997) *Systems of innovation: technology, institutions and organizations*, Frances Pinter: London.
- Elster, J. (1992) *El Cambio Tecnológico: Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*, segunda edición, Gedisa Editorial: Barcelona.
- Elzen, B. (1998) "Tuning technological change to the needs of society: Examples of the domain of traffic and transport", en Memoria de 3as Jornadas Latinoamericanas de Estudios de la Ciencia y la Tecnología, ESOCITE 98 Querétaro, Qro. octubre de 1998, pp23-25.
- Elzen, B., Enserink, B. and Smit, W.A. (1996) "Socio-technical networks: how a technology studies approach may help to solve problems related to technical change", *Social Studies of Science*, Vol. 26, pp. 95-141.
- Erbisch, F.H. and Maredia, K.H. *Intellectual property rights in agricultural biotechnology*, Biotechnology in Agriculture Series, N° 20, CABI International:USA, 223 pp.
- Escobedo, B.L., Requejo, L.R. y Frias, T.G. (1995) "Producción de plantas de papa libres de enfermedades", Memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de Papa, realizado del 20 al 23 de septiembre de 1995 en Saltillo, Coah., pp. 92.
- Fairchild, B. (2001) "Three cheers" *AgWeb-Farm Journal*, march 3. [http://www.biotech-info.net/3\\_cheers.html](http://www.biotech-info.net/3_cheers.html).
- Farshad, A. and McMichael, P (2000) "Bringing world-history back in: a critique of the postmodern retreat in agrarian studies", X World Congress of Rural Sociology, Rio de Janeiro, July 30-August 5, 32 pp.
- Faust, K. (2002) "Las redes sociales en las ciencias sociales y el comportamiento", en J.Gil y S. Schmidt (eds), pp.1-14.
- Feenberg, A. (1999) "Subversive rationalization: technology, power and democracy" [www document] <http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg> [octubre de 1999].
- Feenberg, A. (2000) "Escaping the iron cage, or, subversive rationalization: and democratic theory" [www document] <http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg> [julio de 2000].
- Fessenden, J. (ed) (1994) *Agricultural biotechnology & the public good*, NABC Report 6, NABC:Ithaca, N.Y.
- Field, N. (1988) *Biotechnology and the changing role of the government* OECD: Paris, 125 pp.
- Foray, D. (1991) "The secrets of industry are in the air: Industrial cooperation in the organizational dynamics of the innovative firm", *Research Policy*, Vol, 20, pp. 393-405.

- Foray D. (1994), "Production and Distribution of Knowledge in the new systems of Innovation: The role of intellectual property rights", *STI Review*, N°. 14, OCDE Paris. pp 119-152.
- Fraley, R.T. (1994) "The contributions of plant biotechnology to agriculture in the coming decades". in A.F. Krattiguer and A. Rosemarin.
- Fredenck, R., Virgin, I. and Lindarte, L. (eds) (1995) *Riesgos ambientales de las plantas transgénicas en centros de diversidad: la papa como modelo*, BAC/SEI/IICA: Costa Rica, 82 pp.
- Freeman C. (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, Frances Pinter: London, (2ª ed. 1982).
- Freeman, C. (1991). "Networks of innovators: a synthesis of research issues", *Research Policy*, Vol. 20, pp. 499-514.
- Freeman, L.C. (1979) "Centrality in social networks: conceptual clarification", *Social Networks*, Vol. 1, pp. 215-239.
- Friedland, W. (1984) "Commodity system analysis: an approach to the sociology of agriculture", in Schwarzweller, H.K., ed. *Research in rural sociology and development*. JAI Press: Greenwich, C.T.: USA. pp. 221-235.
- Gálvez, A. y González, R.L.(1998) *Armonización de Reglamentaciones en Bioseguridad*, Serie Políticas de Biotecnología y Biodiversidad, J.L. Solleiro (ed), Reporte 1. UNAM/CONABIO/II-UNAM/SAGAR/CAMBIOTEC:Mexico. 80pp.
- Galvez, A., Solleiro, J.L. and Gonzalez, R.L. (1999) Biosafety Regulations in México within NAFTA, *The Journal of Biolaw and Business*, Vol. 2, N°3, pp.65-74.
- García-Camargo, J. (1995) "Problemas nematológicos de la papa en México", Memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de Papa, realizado del 20 al 23 de septiembre de 1995 en Saltillo, Coah. (Lira-Saldívar et al eds.), pp. 18-27.
- Gelsing, L. (1992). "Innovation and the development of Industrial networks", in B. Lundvall (ed.), *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter Publishers: London, pp. 116-128.
- Gereffi, G. & Korzniewicz, M (ed.) (1994) *Commodity Chains and global capitalism*, Greenwood Press.
- Gereffi, G. (1993) "Capitalist development governance structure and global commodity chains", ponencia presentada a la 88 Reunión Anual de la American Sociological Association, Miami, agosto 13-17. Material inédito.
- Gibbons, M. (1999) "Science's new social contract with society", *Nature*, Vol. 402, C81-C84.
- Gil, J. y Schmidt, S. (1999) *La red política en México: modelación y análisis por medio de la teoría de gráficas*, UNAM/IIMAS: México, 220pp.
- Gil, J. y Schmidt, S. (2002) (eds.) *Análisis de redes: aplicaciones en ciencias sociales*, UNAM/IIMAS: México, 180 pp.
- Goldsmith, P., Ramos, G. and Steiger, C. (2001) "Intellectual Property protection and the international marketing of agricultural biotechnology: firm and host country impacts", 5<sup>th</sup> Conference on biotechnology, Science and modern agriculture, a new industry at the dawn of the century, ICABR: Ravello Italy, 15-18 June, 33 pp.
- Gonsen, R. (1995) "Technological capability in developing countries: a case study of industrial biotechnology in Mexico, Ph D thesis, Faculty of Social Studies, University of Oxford, 198 pp.
- González, A. (2001) "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, UNAM: México, 226 pp.
- González, R.L. (2000) "Hacia un control democrático de la agrobiotecnología; el papel de las ONG", *Este País*, N°110, (mayo), pp. 62-65.
- González, R. L. y Chauvet M. (1997) "Dificultades en la transferencia de la papa transgénica" en B. Mata, G. Pérez-Jerónimo, I. Sepúlveda y F. de León (eds.) *Transferencia de Tecnología Agropecuaria en México Crítica y Propuestas* IICA/UACH/UAM-X 1997, pp 79-90.
- González, R.L., Chauvet, M. Y Castañeda, Y (1999) "La estrategia agrobiotecnológica de Monsanto en México", *Cuadernos Agrarios*, N°. 17-18, pp.181-201.
- González, R.L. y Zemeño, R. (1988) "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 de 1986, (ed. Instituto de Cooperación iberoamericana), Navagraf. España, pp. 789-821.



- González, R.L., Chauvet, M. and Massieu, Y. (2001) "GMO and social consequences in Mexico" Perspectives of the Agri Food System in the New Millenium, AIEA2 IV International Symposium, september 5-8, Bologne, Italy, CD ROM, 12pp.
- González-Nieves, J.F. (1997) "Resultados precomerciales de algodones transgénicos en el sur de Tamaulipas", *Agrosintesis*, abril 30, 8-16.
- Granovetter, M. (1974) *Getting a job: a study of contacts and careers*, Harvard Univesity Press: Cambridge, MA.
- Green, K. (1992) "Creating demand for biotechnology: shaping technologies and markets" in R. Coombs, P. Saviotti and V. Walsh pp.164-184.
- GreenPeace (2001a) "Denuncia GreenPeace el contubernio entre el gobierno y la industria para la introducción de transgénicos a la agricultura mexicana", *Boletín 0101*, GreenPeace México, 10 de enero, 3 pp.
- GreenPeace (2001b) "Secuestró la industria agrobiotecnológica el foro nacional de biotecnología denuncian organizaciones", *Boletín 0101*, GreenPeace México, 17 de enero, 3 pp.
- Halbrendt, C. et al. (1995), "Improving biotechnology research decision.making with better procedures and information", in Herbert-Copley, pp.105-116.
- Harrison, B.D. (1971) "Potato viruses in Britain", in *Diseases of crop plants*, Western, J.I. (ed). Wiley: New, York, pp.123-159.
- Herbert-Copley (ed.) (1995), *Assessing the impacts of agricultural biotechnologies: Canadian-Latin American perspectives*, International Development Research Centre, Ottawa.
- Hernández-Jasso, A., Martínez-Carrillo, J.L. y Moreno-Ramos, O. (2000) "Tecnología de producción para el Valle del Yaqui" Memoria del día del agricultor 2000, Publicación especial No. 7, INIFAP/PRODUCE/SAGAR, abril, pp. 27-34.
- Herrero, R. (2000) "La terminología del análisis de redes. Problemas de definición y de traducción", *Política y Sociedad*, N° 33, pp. 199-206.
- Hilbeck, A., Baumgartner, M., Fried, P. and Bigler, F. (1997) "Effects of *Bacillus thuringiensis* com fed prey on mortality and development time of inmature *Chrysoperla carnea*", *Environmental Entomology*, Vol 27, No. 2 pp. 480.
- Hilleman, B. (1995) "Views differ sharply over benefits, risks of agricultural biotechnology" *Chemical &Engineering News: New Focus*, august 21, pp. 8-17.
- Hooker, W.J. (1980) "Compendio de enfermedades de la papa" Icachea T.A. (trad), CIP, Lima, Perú, 166 pp.
- Hopkins, T. and Wallerstein, I. (1986) "Commodity chains in the world economy prior to 1800", *Review*, 10 (1), 157-170.
- Huerta, R.; Echánove, F; González, A. y Hernández, A (1988). "Papa Alpha. Sistema-producto", Coordinación General de Abasto y Distribución (COABASTO), Central de Abasto (CEDA), Departamento del Distrito Federal, México. 61 pp.
- Hughes, f. (1987) "The evolution of large technological systems", in W. Bijker, T. Hughes and T. Pinch, pp. 51-82.
- Ianni, O. (1996) *Teorías de la Globalización*, Siglo Veintiuno editores: México.
- Jaffé, W. (1991a) *La problemática del desarrollo de las agrobiotecnologías en América Latina y el Caribe*, IICA/Programa de Generación y Transferencia de Tecnología/Serie Documentos de Programa, N°23: San José Costa Rica, pp.130.
- Jaffé, W. (ed) (1991b) *Análisis de impacto de las biotecnologías en la agricultura: Aspectos conceptuales y metodológicos*, Programa II Generación y Transferencia de Tecnología, IICA: San José Costa Rica, 186 pp.
- Jaffé, W. (1993) *La agrobiotecnología comercial en América Latina y el Caribe: Estrategias empresariales y políticas para su desarrollo*. IICA/Programa de Generación y Transferencia de Tecnología/Serie Documentos de Programa, N°42: San José Costa Rica, pp.130.
- Jaffé, W. y Zaldivar, M.E. (eds) (1992). *Formulación de políticas para el desarrollo de la biotecnología en América Latina y el Caribe*, Programa II Generación y Transferencia de Tecnología, IICA: San José Costa Rica, 202 pp.
- James, C. (2000) "Global status of commercialized transgenic crops: 1999", *ISAAA Briefs No.17*.ISAAA: Ithaca, N.Y. 65 pp.

- James, C. and Krattiger, A. (1994) "The ISAAA biosafety initiative: Institutional capacity building through technology transfer", in A. Krattiger and A. Rosemarin
- James, C. and Krattiger, A.F. (1996) "Global review of the field testing and commercialization of transgenic plants, 1986-1995: The First Decade of Crop Biotechnology". *ISAAA Briefs No.1*. ISAAA: Ithaca, N.Y. 31 pp.
- Jasanoff, S., Markle G.E., Petersen, J.C. and T. Pinch (eds) (1995) *Handbook Of Science And Technology Studies*, SAGE Publications: USA, 820 pp.
- Joly, P.B. (1999a) "Introduction: innovations and networks in biotechnology", *Int. J. Biotechnology*, Vol. 1, N° 1, pp.1-9.
- Joly, P.B. (1999b) "Innovation through networks: a case study in plant biotechnology". *Int. J. Biotechnology*, Vol. 1, N°1, pp.67-81.
- Kalaitzandonakes, N. and Bjorson, B. (1997) "Vertical and horizontal coordination in the agrobiotechnology industry: evidence and implications", *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Vol. 29, N°1(july), pp.129-139.
- Kash, D.E. and Rycroft, R.W. (2000) "Patterns of innovating complex technologies: a framework for adaptive network strategies", *Research Policy*, 29, pp.819-831.
- Kline, D. (1990) "Introduction: Agricultural bioethics and the control of science" in S. Gendel, D. Kline, M. Warren; and F. Yates (eds), *Agricultural bioethics: Implications of agricultural biotechnology*, Iowa State University Press/Ames:Iowa. pp. xi-xxi.
- Kloppenburg, J. (1993) "Planetary patriots or sophisticated scoundrels?", *Biotechnology and Development Monitor*, N° 16 pp.24.
- Knorr-Cetina, K. (1995) "Laboratory Studies: The cultural approach to the study of science", in S. Jasanoff et al, pp.141-166.
- Komen, J. Falconi, C. and Hernández, H. (eds.) (1997) *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, IBS/Cambiotec:La Haya/México, D.F.
- Korzeniewicks, R.P. (1995) "Una visión alternativa: cadenas mercantiles globales", *Investigación Económica*, FE-UNAM:México, N° 214, octubre- diciembre, pp.15-30.
- Krattiger, A. F. (1997). "Insect resistance in crops: A case study of *Bacillus thuringiensis* (Bt) and its transfer to developing countries, *ISAAA Briefs No. 2*, ISAAA: Ithaca, NY. pp. 42.
- Krattiger, A. and Rosemarin, A. (eds)(1994) *Biosafety for sustainable agriculture: Sharing biotechnology regulatory experiences of the western hemisphere*, ISAAA and SEI: Stockholm, xiv&278 pp.
- La Jornada (1999) "Se prevé una caída de 55% en la producción algodонера este año", *La Jornada Estados*, 7 de abril, pp. 52.
- Latour, B. (1987) *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*, Harvard University Press: Cambridge Mass.
- Latour, B. and Woolgar, S. (1979) *Laboratory life: the social construction of scientific facts*, Sage: Beverly Hills, CA.
- Law, J. and Hassard, J. (eds) (1999) *Actor-network theory and after*, Blackwell Publishers/The Sociological Review: Oxford, 256 pp.
- Lee, D.R. (1995) "A perspective on socioeconomic research on plant biotechnology transfer for developing countries", in D.W. Altman and K.N. Watanabe.
- León, A. (1999) *La política agrícola europea y su perfil en la hegemonía mundial*, UAM/Benemérita Universidad de Puebla/Plaza y Valdés: México, 230 pp.
- Lesser, W. (1998). "Intellectual property rights and concentration in agricultural biotechnology", *AgBioForum*, 1(2), 56-61. Retrieved January 1, 1999 from the World Wide Web: <http://www.agbioforum.missouri.edu>.
- Levidov, L. (1998) "Democratizing technology or technologizing democracy?: Regulating agricultural biotechnology in Europe", *Technology in Society*, Vol. 20, pp. 211-226.
- Licha, I.(1995). "Perspectivas de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología", *Redes: Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, N°4, Vol. 2 Buenos Aires, pp. 129-138.
- López, R. , Solleiro, J.L. y Del Valle, C. (1996) "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.

- López-Díaz, S., García, R. Carvallo, F., García, G. y Mata, J. (1999) "La oferta y la demanda de papa en México en el periodo 1960-1993", *Agrociencia* 33, México, pp.107-117.
- López-Herrera, A. Morales, T. y Rincón, G. (2000) *Política y legislación sobre protección de recursos fitogenéticos*, Red de Estudios para el Desarrollo Rural, A.C.: México, 188 pp.
- López-Martínez, R. González, R.L. y Núñez, I. (1998) "Learning differential in the agents of technical change. The case of the biotechnology in México", *Science, Technology & Society*, Vol. 3 N° 1, (January), pp. 225-238.
- López-Munguía, A. (2000) *La biotecnología*, CONACULTA, 64 pp.
- López-Suárez, P. (1997) "Obtienen semilla botánica para producir papa", Suplemento Investigación y Desarrollo, *La Jornada*, junio, pp.3.
- Lorence, A. y Quintero, R. (1996) "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), UANL:Monterrey, pp.63-113.
- Lorence, A., Solleiro, J.L. y González, R.L. (1993) "Difusión de la biotecnología. Los elementos básicos para el desarrollo y difusión de la biotecnología en México: un análisis comparativo", *Biocit SigloXXI*, CIT-UNAM/Proyecto Determinación de prioridades de I&D y mecanismos de fomento en biotecnología: México, año 2, N°6, pp.12-17.
- Lorraain, F. and White, H.C. (1971) "Structural equivalence of individuals in social networks", *Journal of Mathematical Sociology*, 1.
- Losey, J., Rayor, L. Carter, M. (1999) "Transgenic pollen harms monarch larvae", *Nature*, 399, May 20, pp.214.
- Loveridge, R. (1992) "Paradigmatic change, normative uncertainty and the control of knowledge", in R. Coombs, P. Saviotti and V. Walsh, pp.103-135.
- Lozoya, H. (1996) "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.
- Lozoya, H., Mora, R. y Rosas, E. (1995) "Virosis en papa no semilla", Memorias de trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de Papa, realizado del 20 al 23 de septiembre de 1995 en Saltillo, Coah. (Lira-Saldivar et al eds.), p. 103.
- Luce, R.D. and Perry, A. (1949) "A method of matrix analysis of group structure", *Psychometrika*, 14.
- Llambi, L. (1993) "Reestructuración mundial y sistemas agroalimentarios: Necesidad de nuevos enfoques", *Comercio Exterior*, Vol. 43, N° 3, pp. 237-264.
- Llambi, L. (1994) "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. 24 pp.
- Maredia, K., Erbisch, F., Ives, C. and Fisher, A. (1999) "Technology transfer and licensing of agricultural biotechnologies in the international arena", *AgBiotechNet*, vo.1, may, ABN 017, 7 pp.
- Marks, L.A., Klein, K.K. y Kerr, W.A. (1991) "Efectos económicos de la biotecnología. Estudio de caso: La industria mexicana de la papa", en W. Jaffé.
- Martínez, F. y Aboites, G. (1991) "Estado, protección legal y diversidad fitogenética", *Sociológica*, año 6, número 16, UAMA: México, pp.103-128.
- Martínez-Carrillo, J.L., Pacheco-Covarrubias, J.J. (2000) "Manejo integrado de plagas en algodónero" Memoria del día del agricultor 2000, Publicación especial No. 7, INIFAP/PRODUCE/SAGAR, abril, pp. 56-60.
- Maskus, K. (2000) *Intellectual property rights in the global economy*, Institute for International Economics: Washington, D.C.
- Massieu, Y. (1995) "La modernización biotecnológica de la agricultura mexicana", *Cuadernos Agrarios: Nueva Época*, año 5°, N° 11 y 12, pp. 121-134.
- Massieu, Y. (1997) *Biotecnología y empleo en la floricultura mexicana*, Serie Sociología, Biblioteca de Ciencias Sociales y Humanidades-UAM: México.
- Massieu, Y. (1998) "La papa transgénica de CINVESTAV-I: ¿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.

- Massieu, Y., Chauvet, M., Castañeda, Y., Barajas, R.E. y González, R.L. (2000) "Consecuencias de la biotecnología en México: el caso de los cultivos transgénicos", *Sociológica*, año 15, N° 44, pp. 133-159.
- Massieu, Y., Chauvet, M., Castañeda, Y., González, R.L. y Barajas, R.E. (2000) "Social consequences of biotechnology in Mexico" paper presented in X World Congress of Rural Sociology, July 30 to August 5, Rio de Janeiro, Brasil, CD ROM.
- Massieu, Y., González, R.L., Chauvet, M., Castañeda, Y. y Barajas, R.E. (2000) "Transgenic potatoes for small-scale farmers: a case study in Mexico", *Biotechnology and Development Monitor* N°41, pp.6-10.
- Massieu, Y. (2001) "Impactos socioeconómicos de los cultivos transgénicos en la agricultura mexicana", *Rostros y voces de la sociedad civil*, Nueva Época, Año 6, N°22, mayo-junio, México, pp.30.
- Mc Lung de Tapia (2000) "Antropología e historia del maíz en México", Memoria del Taller sobre Maíz Transgénico, NAPPO/CFIA/SAGAR/CONASAC/USDA, realizado en la Cd. de México, del 13 al 16 de octubre de 1997, 120 pp.
- McKenzie, D. (1984) "Marx and the machine", *Technology and Culture*, 25, pp. 473-502.
- McKenzie, D. (1992) "Economic and sociological explanation of technical change" in R. Coombs, P. Saviotti and V. Walsh, pp.25-48.
- McKinney, S. (2000) "Biotech for product developers" [www.foodproductdesign.com](http://www.foodproductdesign.com) (agosto de 2001)
- McMichael, P. (1994). *The global restructuring of agro-food systems*. London University Press: Ithaca.
- Mellon, M. and Rissler, J. (ed) (1998) *Now or never*, UCS: Cambridge, USA.
- Metcalfe, S.J. (1995) "The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives" in P. Stoneman (ed), *Handbook of the economics of innovation and technical change*, Blackwell:Oxford, pp.409-512.
- Mitchell, J.C. (1969) *Social networks in urban settings*, Manchester University Press: Manchester England.
- Mitchell, J.C. (1974) "Social networks", *Annual Review of Anthropology*, Vol. 3, pp. 277-299.
- Mizruchi, M. (1994) "Social network analysis: Recent achievements and current controversies", *Acta Sociologica*, Vol. 37, pp. 329-343.
- Mizruchi, M. and Potts, B. (1998). "Centrality and power revisited: actor success in group decision making", *Social networks*, 20, pp.353-387.
- Molina, J.L. (2001) *El análisis de redes sociales: Una introducción*, Ediciones Bellaterra/SGU: Barcelona, 123 pp.
- Moore, G.C. et al (1979) Bt cotton technology in Texas: a practical view, Texas Agricultural Extension Service, L-5169.
- Muñoz- Santiago, A. (1995) "Enfermedades bióticas y abióticas del cultivar 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, Coah. (Lira-Saldivar et al eds.), pp. 12-17.
- Muñoz Vázquez, Elizabeth. (1997) "Severos obstáculos enfrentan productores de papa en México", *El Financiero*, 17 de noviembre.
- Nadel, S.F. (1957) *The theory of social structure*, Cohen & West: London.
- Narjes, K. (1989) "Welcoming speech" in B. Sorj, M. Cantley and K. Simpson.
- NAS (2000) "Genetically modified pest protected plant. Science and regulation", US National Academy of Sciences. pp. 261.
- Nelson, G.C. (ed) (2001) *Genetically modified organisms in agriculture: Economics and politics*, Academic Press: San Diego, USA, 344 pp.
- Neppl, C. (2000) "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. (1974) "On centrality in a graph", *Scandinavian Journal of Psychology*, 15.
- Niiler, E. (2000) "Demise of the life science company begins", *Nature biotechnology*, Vol. 18, January, pp 14.
- OECD (2000) *Knowledge management in the learning society*, Paris.
- Ohmae, K. *The Evolving Economy: Make sense of the new world order*, Harvard Business Review Book, USA.
- Oliva, G. (2001), "Bridging the science divide", *Time Latin American Edition*, March 5, p.48.
- Otero, G. (1991) "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, IICA/Programa de Generación y Transferencia de Tecnología: San José Costa Rica, pp.19-52.
- Otero, G. (1995) "Agricultural biotechnology in Latin America: studying its future impacts", in B. Herbert-Copley, pp.63-78.
- Pacheco.Covarrubias, J.J. (s/a) "Estrategia de manejo regional de insecticidas (algodonero)" mimeo 8 pp.
- Paredes, O. y Harry, G. (1985) "La ingeniería genética de plantas, una alternativa para la producción de alimentos en México" en R. Quintero.
- Persley, G.J. (ed) (1990) *Agricultural Biotechnology: Opportunities for International Development*. Biotechnology in Agriculture Series N°2, CAB International: UK, xv & 495 pp.
- Persley, G., Giddings, L.V. and Juma, C. (1993) "Biosafety: The safe application of biotechnology in agriculture and the environment", Research report N° 5, ISNAR: The Hague, 39 pp.
- Persley, G.J. and Lantin, M.M. (eds) (2000) *Agricultural biotechnology and the poor: An international conference on biotechnology*, CGIAR/US National Academy of Sciences, obtenido en la red mundial en octubre de 2000: <http://www.cgiar.org/rep>
- Pinch, T. and Bijker, W. (1987) "The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", in W. Bijker, T. Hughes and T. Pinch.
- Pinch, T. J. and Bijker, W. (1986) "The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", *Social Studies of Science*, Vol. 14 pp.399-441.
- Pinstrup-Andersen, P. (1999) Developing appropriate policies. Biotechnology for Developing-Country Agriculture: problems and opportunities. *Focus 2, Brief 9 of 10*, IFPRI: Washington. 2 pp.
- Pizarro, N. (1998) *Tratado de metodología de las ciencias sociales*, Siglo Veintiuno: España.
- Possas, M., Salles, S. y Aguiar de Mello, A. (1994) "O processo de regulamentacao da biotecnologia: as inovacoes na agricultura e na producao agroalimentar", *Estudios de política agrícola N°16*, Documentos de trabajo, IPEA:Brasilia, 129 pp.
- Qaim, M. (1998) "Transgenic virus resistant potatoes in Mexico: potential socioeconomic implications of north-south biotechnology transfer", *ISAAA Briefs N°7*, ISAAA: Ithaca, N.Y. 48 pp.
- Qaim, M. (1999) "The economics effects of genetically modified orphan commodities: projections for sweetpotato in Kenya", *ISAAA Briefs N°13*, ISAAA: Ithaca, N.Y. and ZEF:Bonn, 32 pp.
- Quintero, R. (1985a) "Prospectiva de la biotecnología en México" en R. Quintero.
- Quintero, R. (1985b) "Situación internacional de la biotecnología: presente y futuro" en R. Quintero.
- Quintero, R. (comp.) (1985c) *Prospectiva de la biotecnología en México*, Fundación Javier Barros Sierra, A.C./CONACYT:México.
- Quintero, R. (1993) *Prospectiva de las agrobiotecnologías*, IICA/Programa de Generación y Transferencia de Tecnología/Serie Documentos de Programa, N°34: San José Costa Rica, 162 pp.
- Quintero, R. (1994a) "Retrospectiva de la biotecnología", *Biocit Siglo XXI*, CIT-UNAM: México, pp.3-6
- Quintero, R. (1994b) "Retrospectiva de la biotecnología", *Biocit Siglo XXI*, CIT-UNAM/Proyecto Determinación de prioridades de I&D y mecanismos de fomento en biotecnología: México, año 3, N° 8, pp.3-6.
- Quintero, R. and Gonzalez, R.L. (1989) "Biotechnology in Latin America: Mexico" in B. Sorj, M. Cantley and K. Simpson.
- Raman, K.V. (1995) "Facilitating plant biotechnology transfer to developing countries" in D. Altman and K. Watanabe.
- Raynolds, L. (1994) "Institutionalizing flexibility: a comparative analysis of fordist and post-fordist models of third world agro-export production", in G. Gereffi ed. *Commodity chains and global capitalism*, Praeger Publishers: USA, pp.143-162.
- Reichhardt, T. (1999) "US sedes mixed message in GM debate...", *Nature*, vol 400, july 22, pp. 480.
- Restivo, S. (1995) "The theory landscape in science studies: sociological traditions, in S. Jasanoff *et al*, pp. 95-110.
- Rivera-Bustamante, R. (1995) "An example of transfer of proprietary technology from the private sector to a developing country", in D. Altman and K. Watanabe (eds).
- Rivera-Bustamante, R. y Villalobos, V. (1997) "La producción de papa transgénica en México: análisis de una experiencia exitosa" en J. Komen, C. Falconi y H. Hernández, (eds).

- Romero-Lima, M. R., Trinidad-Santos, A., García-Espinoza, R. y Ferrera-Cerrato, R. (2000) "Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales", *Agrociencia*, 34, México, pp.261-269.
- Rosenberg, N. (1994). *Exploring the black box: technology.economics. and history*, Cambridge University Press: USA.
- Rubio, B. (1991) "Desarrollo del capital en la agricultura mexicana y biotecnología: ¿hacia un nuevo patrón de acumulación?. *Sociológica*, año 6, número 16, UAMA:México, pp.39-59.
- Rubio, B. (1995) "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* UNAM, México, pp.19-58.
- SAGAR. (1996). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Sailer, L. (1978) "Structural, equivalence. Meaning and definitions", *Social Networks*, 5.
- Salazar, F.L. (1982) "Enfermedades virosas de la papa". Centro Internacional de la Papa. Lima Perú. 111pp.
- SARH. (1994). *Sistema-producto papa. Datos básicos*, México, octubre.
- SARH. (1996). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Sarukhan, J. and Larson, J. (2001) "When the commons become less tragic: land tenure, social organization, and fair trade in Mexico", in J. Berger et al (ed) *Protecting the commons: a framework of resource management in the Americas*, Island Press: Washington/Covelo/London, pp. 45-70.
- Scott, J. (1991) *Social network analysis. A handbook*, SAGE: Beverly Hills.
- Shimoda, S. (1997) The bio-engineering of the seed industry, *Seed World*, June, pp. 29-30.
- Shiva, V. (2000) *Stolen harvest: the hijacking of the global food supply*, South, End Press: Cambridge, MA. 140 pp.
- Shrum, W. and Shenhav, Y.(1995) "Science and technology in less developed countries" in S, Jasanoff, G. Markle, J. Petersen and T.Pinch, pp. 627-651.
- Solleiro, J.L. (1991) "Patentes en biotecnología: oportunidades, amenazas y opciones para América Latina y el Caribe", en M.E. Zaldívar y W.Jaffé.
- Solleiro, J.L. (1997) "Intellectual property rights and the growth of biotechnology based industries in developing countries", *Biotechnology Advances*, Vol. 15, N° 3, 4, Elsevier Science Inc.: USA, pp. 565-582.
- Solleiro, J.L., Chauvet, M. y González R.L. (1998) "Metodologías para el análisis del impacto socioeconómico de la biotecnología agrícola: lecciones de los estudios mexicanos", en J. Komen, C. Falconi e H. Hernández (eds.) *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, Intermediary Biotechnology Service/Cambiotec: La Haya/México, D.F.
- Solleiro, J.L. and Castañón, R. (1998) "Country and regional case studies: Mexico", in F. H. Erbisich and K. M. Maredia.
- Sorj, B. Cantley, M. and Simpson, K. (eds) (1989) *Biotechnology in Europe and Latin America: Prospects for cooperation*, Kluvier Academic Publishers for the Commission of the European Communities: The Netherlands, 223 pp.
- Spillane, Ch. (1999) "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 N° 9. 64 pp.
- Stalder, F. (1997) "Actor network theory and communication networks: towards convergence" [http://gopher.fis.utoronto.ca/~stalder/html/Network\\_Theory.htm](http://gopher.fis.utoronto.ca/~stalder/html/Network_Theory.htm) [www document].
- Stirling, A. (1999) "On science and precaution in the management of the technological risk, a synthesis report", SPRU: University of Sussex. 56 pp. unpublished manuscript.
- Suarez, B. (1992) "La desregulación en la industria de las semillas: patentes y biotecnología" en R. Casas, M. Chauvet, D. Rodríguez.
- Suárez, B. (coord.) (1990) "¿Biotecnología para el progreso de México?", Centro de Ecodesarrollo:México, 206 pp.
- Suttor, J. Wellman, B. Morgan, D. (1997) "Its about time: how, why, and when networks change", *Social networks*, 19, pp.1-7).
- Sundbo, J. (2001) *The theory of innovation: entrepreneurs, technology and strategy*, Edward Elgar: Cheltenham, U.K.

- Swaminathan, M.S. (1995) "Foreword" in D. Altman and K. Watanabe.
- Tengerdy, R. and Szakács, G. (1998) "Perspectives in agrobiotechnology" Review article, *Journal of Biotechnology*, Vol. 66 pp.91-99.
- Thayer, A. (2000) "Agbiotech industry is gambling on an information campaign, continued farmer acceptance, and promises for the future", *Chemical & Engineering News: New Focus*, october 2, Vol.78, N° 40, pp1-14. Retrieved october, 2000 from the World Wide Web: <http://pubs.acs.org/cen/index.html>.
- Traxler G., Godoy-Avila, S., Falck-Zepeda, J. and Espinoza-Arellano, J.J. (2001), "Transgenic cotton in Mexico: Economic and environmental impacts" paper presented in 5<sup>th</sup> International Conference on: Biotechnology, Science and Modern Agriculture: a New Industry at the Dawn of the Century, organised by ICABR/CEIS/CSRD/EGC/IESS, June 15-18, 2001, Ravello, Italy.
- Tzotzos, G. (1999) "Regulation of biotechnology in LCD's: implications for technology development and transfer", *AgBioForum*, 2 (3&4), 212-214. Retrieved January 1, 2000 from the World Wide Web: <http://www.agbioforum.org>
- Uzogara, S. G. (2000) "The impact of genetic modification of human foods in the 21<sup>st</sup> century: a review" *Biotechnology Advances* 18, pp.179-206.
- Valente, T. (1995) *Networks models of the diffusion of innovations*. Hampton Press: USA.171pp.
- van Wick, J. (1991) "Plant varieties patentable in Mexico" *Biotechnology and Development Monitor*, N° 9, december, pp.20.
- van Wijk, J. (1990) "Patents and the GATT" *Biotechnology and Development Monitor*, N° 3 pp.24.
- Vergragt, P.J. (1988) "Social shaping of industrial innovations", *Social Studies of Science*, Vol. 18, pp. 483-513.
- Vergragt, P.J., Groenewegen, P. and Mulder, K. (1992) "Industrial technological innovation: interrelationships between technological, economic and sociological analyses, in R. Coombs, P. Saviotti and V. Walsh pp.226-248.
- Villalobos, V. (2000) "La Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados", *El Mercado de Valores*, N° 11 y 12, NAFIN: México pp. 8-16.
- Viniegra, G. (1985) "La biotecnología en la industria agroalimentaria" en R. Quintero.
- Viniegra, G. (2000) "La bioética y la biotecnología", en T. Kwiatkowska y R. López Vilchis (comps), *Ingeniería Genética y Ambiental: Problemas filosóficos y sociales de la biotecnología*, CONACYT/Plaza y Valdés: México, 107-127.
- Wald, S. (ed.) (1989) *Biotechnology, economic and wider impacts*, OECD: Paris, 11pp.
- Wallerstein, I. (coord) (1999) *Abrir las ciencias sociales*, Siglo Veintiuno editores: México, 114 pp.
- Wasserman, S. and Faust, K. (1994) *Social network analysis: Methods and applications*, Cambridge University Press: UK, USA, 825 pp.
- Wasserman, S. and Galaskiewics, J. (eds) (1994). *Advances in social networks analysis: Research in the social and behavioral sciences*, SAGE Publications, Inc.: USA.
- Wijker, W., Hughes, T. and Pinh, T. (eds) (1987) *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, The MIT Press: Cambridge, Massachusetts, 405 pp.
- Winner, L. (1997) "Perspectives: Technological determinism: Alive and kicking?", *Bull. Sci. Tech. Soc.*, Vol. 17, N° 1, USA pp. 1-2.
- Zaldívar, M.E. y Jaffé, W. (eds.) (1991) *Políticas de propiedad industrial de inventos biotecnológicos y uso de germoplasma en América Latina y el Caribe*, Programa Regional de Biotecnología para América Latina y el Caribe/IICA Programa II: Generación y Transferencia de tecnología: Costa Rica, 479 pp.
- Zechendorf, B. (1998) "Agricultural biotechnology: Why do Europeans have difficulty accepting it?" *AgBioForum*, Vol.1, N°1, 8-13. Retrieved September 1, 1998 from the World Wide Web: <http://www.agbioforum.missouri.edu>.
- Zúñiga, L., Cadena, M., Molina, J. y Rivera, A. (1999) "Resistencia genética a los virus", *Agrociencia*, Vol. 32, N°4, oct-dic. México, 389-396.