



**RIDAA**  
Repositorio Institucional  
Digital de Acceso Abierto de la  
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad  
Nacional  
de Quilmes

Pellegrini, Pablo

# Dinámicas de innovación en biotecnología vegetal. Estudios de caso en empresas de Argentina y Francia



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

*Cita recomendada:*

*Pellegrini, P.A. (2011) Dinámicas de innovación en biotecnología vegetal. Estudios de caso en empresas de Argentina y Francia. Redes, 17(32), 39-63. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/355>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

## **DINÁMICAS DE INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA VEGETAL. ESTUDIOS DE CASO EN EMPRESAS DE ARGENTINA Y FRANCIA**

PABLO A. PELLEGRINI<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

La biotecnología vegetal es un campo fértil para los estudios sociales de la ciencia en cuanto a las controversias sobre los cultivos genéticamente modificados. Pero es también un escenario privilegiado para estudiar la división internacional del trabajo científico dentro del sector industrial, para desentrañar qué tipo de investigaciones realizan las distintas empresas de biotecnología vegetal y por qué. Pues si bien unas pocas empresas de biotecnología vegetal son las que dominan el sector, hay otras que también intentan producir sus propias semillas genéticamente modificadas.

Además, la dinámica de innovación en el interior de una empresa dedicada al desarrollo de cultivos transgénicos es un fenómeno que ha sido escasamente estudiado. En el sector privado, donde lo que prima es la búsqueda de ganancia, los parámetros que definen estas dinámicas son distintas a los de la academia: en las empresas deben analizarse sus estrategias, sus modos de financiamiento de la investigación, las condiciones del mercado y –en un área tan particular como la biotecnología– la incidencia de la opinión pública.

El objetivo de este trabajo es caracterizar los modos de innovación en agrobiotecnología de firmas que no son las dominantes en el sector, a través del análisis de casos de empresas de biotecnología vegetal en Argentina y Francia. Las características de las dos empresas de biotecnología que se describen muestran que las prácticas de innovación al interior de las mismas es un factor dinámico y que varía según el contexto en el que se desenvuelven, donde la investigación básica es realizada por el sector público o incorporada en la empresa privada. Además, la división internacional del trabajo en este campo de la innovación no sigue un simple patrón Norte-Sur, sino que depende de las condiciones particulares presentes en cada país que pueden beneficiar las actividades de las empresas de biotecnología vegetal, así como de los intereses globales de estas empresas.

*PALABRAS CLAVE: BIOTECNOLOGÍA VEGETAL - OGM - DIVISIÓN DEL TRABAJO CIENTÍFICO.*

<sup>1</sup> Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes; CCTS, Universidad Maimónides; Conicet.

## LA BIOTECNOLOGÍA ACTUAL

En su definición más amplia, la biotecnología es el uso de organismos o partes de los mismos para obtener o modificar productos, mejorar plantas y animales, o desarrollar microorganismos para usos específicos.<sup>2</sup> Aunque esto permite englobar bajo el rótulo de “biotecnología” a un conjunto de procesos productivos muy diversos –donde se incluye hasta la antiquísima producción de cerveza– se entiende que la biotecnología moderna se basa fundamentalmente en el uso de la ingeniería genética, y también en la microbiología y la bioquímica. De este modo, la biotecnología moderna debe sus inicios a los desarrollos en la biología molecular del ADN de la segunda mitad del siglo xx. El estudio de los genomas (la totalidad de la información genética de una célula u organismo) y en particular de los genes (mínimas unidades de ADN donde se encuentra la información que codifica, por lo general, para una proteína), se vio claramente facilitado desde el momento que Watson y Crick describieron, en 1953, la estructura helicoidal del ADN. El momento decisivo, sin embargo, se dio entre 1972 y 1974, cuando en una serie de experimentos –desarrollados fundamentalmente en la Universidad de Stanford y en la Universidad de California– se logró cortar un fragmento de ADN de una especie e integrarlo en la secuencia genética de otra. Naturalmente, *dentro* de una misma especie, los genes se intercambian continuamente (a través de la reproducción sexual), pero la imposibilidad de intercambiar genes *entre* especies es lo que se considera una barrera evolutiva y es, básicamente, lo que separa a una especie de otra. Los experimentos de la década de 1970 trastocaron estas nociones, generando un nuevo concepto: el *ADN recombinante* (nombre que designa a una secuencia genética que contiene a un gen que pertenece a otra especie). El ADN recombinante pronto evidenció una gran potencialidad económica; de hecho, el vínculo entre la biología molecular y la ingeniería genética y los impactos económicos y sociales de las mismas es central a la noción misma de biotecnología. El campo de la salud es donde primero se reflejaron estos vínculos, obteniéndose en 1978 el primer producto biotecnológico que se comercializó: la insulina humana recombinante. La biotecnología vegetal habría de emerger un tiempo después. En 1983 los investigadores de Monsanto proclaman haber obtenido una célula vegetal genéticamente modificada, y ese mismo año otro grupo produce la primera planta que contiene un transgén. Pero de ahí a desarrollar una planta transgénica de interés comercial hay un largo trecho. El paso fundamental está en poder *transformar* plantas de interés comercial, o sea, en insertar la construcción genética (la secuencia genética manipulada) en variedades de élite (variedades vegetales que presentan características agronómicas mejoradas para las condiciones locales). Por ese entonces, no

<sup>2</sup> *Office of Technology Assessment*, 1984. Una definición similar puede encontrarse en OCDE (1982).

existía ningún grupo experto en transformar plantas, ni siquiera Monsanto. Las primeras plantas transgénicas (plantas con ADN recombinante) salieron al mercado en 1996, año en que simultáneamente se comenzaron a vender semillas genéticamente modificadas en los Estados Unidos y en la Argentina.

## SITUACIÓN INTERNACIONAL DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS

Hay numerosos centros públicos que hacen investigación en transgénesis vegetal, pero la totalidad de las semillas transgénicas que se comercializan son desarrollos de empresas privadas. Esto supone ya un primer nivel de diferenciación importante en torno al uso de la transgénesis vegetal, pero no es propósito de este trabajo centrar el análisis en los centros públicos sino en el sector privado, donde evidentemente hay una lógica de búsqueda de ganancia que orienta las innovaciones.

Para Coriat *et al.* (2003), la biotecnología se definiría como un régimen particular de innovación basado en la ciencia, pero donde la ciencia sufre profundas modificaciones en lo que respecta a la división de tareas entre el sector público y el privado, y en la mercantilización del conocimiento. Las características más distintivas de este régimen de innovación serían que la investigación básica es conducida dentro de las firmas, y que estas podrían desarrollarse aun sin contar con un producto en el mercado, gracias a alianzas con grandes corporaciones farmacéuticas (Coriat *et al.*, 2003). Sin embargo, cabe señalar dos limitaciones de esta caracterización. Por un lado, se trata de un modelo pensado para ilustrar los primeros momentos de la biotecnología, pero ofrece pocas herramientas para caracterizar el estado actual de la misma. A mediados de 1980 el escenario de la biotecnología en general estaba dado por firmas más bien pequeñas y constituidas por científicos emprendedores, pero en la actualidad, sobre todo en biotecnología vegetal y farmacéutica, el campo se encuentra concentrado en pocas empresas multinacionales. Ese relato podría tener más pertinencia en aquellas áreas de la biotecnología que aún no se han desarrollado en el mercado, como la utilización de plantas para fabricar proteínas (*molecular farming*), pero difícilmente sirve para caracterizar el estado actual de la agrobiotecnología.

Por otro lado, se trata de análisis que no diferencian entre ramas de la biotecnología, sino que la consideran un régimen homogéneo. Por el contrario, Bonacelli y Salles-Filho observan que las estrategias innovadoras que despliegan las compañías biotecnológicas están estrechamente relacionadas a las trayectorias tecnológicas de cada sector, de modo que son diferentes las actividades biotecnológicas en salud y en agricultura, lo que se refleja en la cantidad de inversiones y en la intensidad de innovaciones (Bonacelli y Salles-Filho, 1998: 208). La biotecnología vegetal pertenecería a un régimen de *ganancia genética globalizada*,

donde los actores dominantes son los oligopolios privados agroquímico-semilleros y la innovación es un bien privado (Bonneuil y Thomas, 2008). Este régimen muestra el lugar dominante que tienen las grandes empresas semilleras dentro de la biotecnología vegetal, en la medida que las inversiones genómicas de Monsanto y Syngenta a lo largo de diez años han sobrepasado ampliamente a las del sector público, teniendo más patentes en biotecnología vegetal que todas las instituciones públicas y universitarias del mundo (Bonneuil y Thomas, 2008: 127).

En todo caso, las dinámicas de innovación en biotecnología vegetal no necesariamente son las mismas en distintos contextos. Si se considera a la ciencia como parte del proceso social de producción económica, en lugar de entenderla como una mera interacción entre los actores científicos, se vuelve necesario analizar los condicionamientos que operan en la división del trabajo científico en cada contexto particular (Lefèvre, 2005). Los parámetros que se exploran en este trabajo abordan cuestiones tales como las estrategias de las empresas, los modos de financiamiento de la investigación, las condiciones del mercado y la opinión pública. Son estos factores los que determinan en gran medida el modo en que se desarrollan las innovaciones en biotecnología vegetal en distintos lugares, haciendo que la forma y la cantidad de estas innovaciones sea distinta en los Estados Unidos, en Francia y en la Argentina.

Para lograr comprender las dinámicas de innovación en las empresas de biotecnología vegetal es preciso saber qué rol juegan los actores que no son dominantes, qué tipo de tareas hace cada actor, que limitaciones tienen los actores subordinados y cómo mantienen su posición los actores dominantes. Así, pues, se vuelve imprescindible describir casos específicos del funcionamiento de firmas biotecnológicas para que finalmente sea posible describir una dinámica global del sector. Es decir, es preciso realizar un análisis de fenómenos concretos en los que opera la división del trabajo científico en biotecnología. En este trabajo se analizarán las trayectorias, estrategias de investigación y la localización de los centros de I+D de empresas de biotecnología vegetal (una argentina y otra francesa), ya que el tipo de organización está relacionado con el tipo de investigación (Oehmke, 2001), donde el modo en que cada firma maneja su base de conocimiento hace también a su organización (Nesta y Dibiaggio, 2003). Es decir, es posible considerar, en principio, que el tipo de investigación desplegado está vinculado al tipo de organización, pues las firmas multinacionales con grandes presupuestos para I+D apuntan a cultivos donde puedan recuperar la magnitud de su inversión, mientras que firmas más pequeñas podrían encontrar sus oportunidades de ganancia en mercados diferenciados. La localización de los laboratorios de las empresas de biotecnología vegetal es de particular importancia en la medida que la industria biotecnológica está cada vez más concentrada geográficamente y altamente especializada en determinados sitios (Feldman, 2003: 311). Las grandes empresas de biotecnología vegetal desarrollan

sus investigaciones en sus casas matrices en los países centrales (fundamentalmente en los Estados Unidos), y en definitiva esto ratifica que la actividad tecnológica de las empresas multinacionales no está globalizada (Patel y Pavitt, 1991). La investigación y el desarrollo para la obtención de semillas transgénicas “se llevó adelante en laboratorios ubicados en los países centrales, mientras fue quedando para el medio local la tarea de mejoramiento genético sobre la base de las variedades mejor adaptadas a las condiciones regionales” (Kreimer y Rossini, 2005: 111). En países periféricos (como en la Argentina, a pesar de tener la segunda superficie sembrada con transgénicos del mundo) estas empresas realizan simplemente actividades de adaptación de sus construcciones genéticas a las variedades locales, o licencian sus construcciones genéticas a otras empresas para que hagan lo propio.<sup>3</sup> De esta forma, opera una deslocalización del trabajo científico que es subsidiaria de problemas científicos o productivos ya establecidos en países centrales (Kreimer y Meyer, 2006). Desde luego, distinto es el caso de las empresas que analizamos aquí, puesto que se trata de *firmas que buscan desarrollar sus propias construcciones genéticas en biotecnología vegetal*. De modo que el análisis de estas empresas implica una exploración de las condiciones de innovación en un escenario de concentración y centralización del conocimiento.

**Cuadro 1**  
**Usos de los organismos genéticamente modificados (OGM), según tipo de empresa**

	<b>Desarrollo de OGM</b>	<b>Adaptación local de OGM</b>	<b>Licencia de OGM</b>	<b>Venta OGM</b>
<b>Grandes empresas obtentoras</b>	Sí	Sí	Sí	No
<b>Empresas adaptadoras</b>	No	Sí	No	No
<b>Empresas obtentoras locales</b>	Sí	Sí	Poco probable	Sí

<sup>3</sup> Por “construcciones genéticas” nos referimos a la secuencia genética que contiene el transgén, y que es patentada por las empresas. Para ser funcional, lógicamente esa construcción genética debe insertarse en el genoma de una planta y expresarse (producir las proteínas correspondientes) en cantidades y lugares adecuados. Pero además, para ser *comercialmente viable*, la construcción genética no puede insertarse en cualquier planta, sino en las *variedades de élite*. Los cultivos son continuamente mejorados por empresas semilleras para producir variedades especialmente adaptadas a las condiciones (clima, suelo) de una determinada zona geográfica, que son las *variedades de élite*. Esto hace que una empresa obtentora (que desarrolla y patenta una secuencia genética que contiene un transgén) debe recurrir a las empresas semilleras locales para ofrecer su construcción genética, mediante licencias. Por lo general, las mismas empresas obtentoras abren filiales donde desarrollan sus propias variedades de élite. De este modo, en lo que respecta a las semillas, las grandes empresas de biotecnología vegetal reciben ganancias por sus propias ventas de semillas y por los *royalties* debido a las ventas de terceros.

En líneas generales, la división del trabajo científico en las empresas de biotecnología vegetal puede resumirse en tres grupos (véase cuadro 1). Las grandes empresas *obtentoras* son las transnacionales que dominan el sector, se caracterizan por desarrollar sus propias semillas transgénicas, y suelen tener filiales en otros países donde lo que hacen es adaptar su construcción genética a las variedades locales. Además, licencian sus eventos transgénicos<sup>4</sup> a otras empresas, a fin de recibir ingresos no solo por la venta de sus propias semillas, sino también por las regalías en función de las ventas de terceros. Por otro lado, las empresas adaptadoras son aquellas semilleras que no desarrollan tecnologías de transgénicos propias, sino que recurren a las construcciones que realizan las grandes empresas (pagando licencias), y luego las incorporan a sus propias variedades de élite. Por último, las empresas *obtentoras* locales son los eslabones más frágiles de este escenario, pues asumen el riesgo de desarrollar tecnologías de transgénicos propias, debiendo competir con las grandes transnacionales. Los dos casos que exponemos en este trabajo pertenecen a este último grupo.

El mercado mundial de semillas transgénicas está fuertemente concentrado en pocas compañías, y es un fenómeno que caracteriza al sector ya desde fines de la década de 1990 a través de sucesivas fusiones y adquisiciones de firmas (Oehmke y Wolf, 2003; Fulton y Giannakas, 2001; Lesser, 1998). De hecho, son seis empresas las que se reparten el mercado mundial de semillas transgénicas:<sup>5</sup> Monsanto, Syngenta, DuPont, Bayer CropScience, BASF y Dow AgroSciences (Larach, 2001; Bisang y Varela, 2006).

En términos globales, la superficie cultivada con OGM (organismos genéticamente modificados, o transgénicos) a nivel mundial aumenta año a año desde que comenzó la comercialización en 1996, pero el perfil de plantas sobre las que se emplea la transgénesis a nivel comercial se mantiene: 53% soja, 30% maíz, 12% algodón y 5% canola.<sup>6</sup> Asimismo, el tipo de evento transgénico que se inserta en las plantas no se ha modificado: el 63% de la superficie cultivada con transgénicos tiene eventos de tolerancia a herbicidas, el 15% tiene eventos de resistencia a

<sup>4</sup> Un “evento transgénico” o “evento de transformación” es la inserción en el genoma de la planta de uno o más genes que forman parte de una construcción definida. Un mismo transgén puede integrarse en distintos sitios del genoma, dando lugar a *eventos* distintos. Los *eventos* pueden variar en sus efectos, sobre todo en cuanto pueden conducir a distintos niveles de expresión del transgén. Así es que en una primera instancia se intenta producir muchos *eventos* a partir de una misma construcción genética, continuando las investigaciones en una siguiente fase solo con los *eventos* de mayor interés. Se buscará comercializar, finalmente, el *evento* que mayores ventajas presente.

<sup>5</sup> Nos referimos a empresas propietarias de construcciones genéticas, denominadas empresas *obtentoras*. Luego estas empresas licencian sus construcciones genéticas a otras empresas semilleras que multiplican esa construcción dentro de sus propias variedades vegetales (empresas *adaptadoras*). Es el mercado de empresas *obtentoras* de construcciones transgénicas el que está fuertemente concentrado.

<sup>6</sup> En 1996 había apenas 1,7 millones de hectáreas con cultivos transgénicos en el mundo, mientras que en 2008 llegó a 125 millones de hectáreas (Muñoz de Malajovich, 2006: 239; James, 2008).

insectos, y el 22% está sembrado con semillas que combinan dos o tres eventos del tipo de los anteriores. Los principales productos sobre los que están trabajando las empresas multinacionales, y que se espera que vuelquen al mercado en los próximos años, consisten en eventos apilados de resistencia a plagas y herbicidas (mediante la incorporación de varios genes que otorguen resistencias a insectos y tolerancia a herbicidas en una misma semilla) y en cultivos tolerantes a sequía y condiciones de salinidad (James, 2008). A su vez, las empresas multinacionales no solo venden semillas, sino que también desarrollan productos agroquímicos, de modo que lo que se termina ofreciendo al productor agropecuario es un paquete agronómico donde se asocia una determinada variedad de semilla transgénica a un tipo de agroquímico específico (Bisang y Varela, 2006).

Desde 1996 se registra una expansión en el uso de semillas transgénicas a nivel global en cuanto a la superficie cultivada. En 2008, Estados Unidos alcanzó una superficie de 62,5 millones de hectáreas con cultivos transgénicos, seguido por Argentina (21 millones) y Brasil (15,8 millones).<sup>7</sup>

La posición dominante que ocupa Estados Unidos en cuanto al desarrollo y producción de OGM requiere la diferenciación de dos etapas: el *origen* y el *mantenimiento* de esa posición dominante. En cuanto al origen, prácticamente la totalidad de las investigaciones que llevaron al desarrollo del ADN recombinante, en la década de 1970, se realizaron en Estados Unidos. De las universidades norteamericanas surgieron muchos emprendimientos empresarios que buscaban producir proteínas recombinantes. Luego, las grandes multinacionales (del sector farmacéutico y químico) generaron contratos con las universidades norteamericanas y con las empresas *start-up* de biotecnología, pasando posteriormente a ser los actores dominantes del sector. Todo este proceso se llevó a cabo en Estados Unidos entre mediados de la década de 1970 y principios de la década de 1980 (Wright, 1994; Kenney, 1986; Rabinow, 1996; Krinsky, 1991). Es decir, la posición dominante *original* de Estados Unidos en el campo de la biotecnología se explica porque allí se concentraban las más avanzadas investigaciones en biología molecular, y porque había una dinámica empresaria que capitalizó rápidamente esos desarrollos científicos. Pero explicar el *mantenimiento* de esa posición dominante en el campo de la biotecnología vegetal resulta más complejo. Según Feldman, una vez que una región desarrolla una experticia, otros actores que trabajan en el tema pueden verse atraídos por esa región (precisamente por los beneficios de nutrirse de esa experticia), con lo cual las tecnologías, las firmas y las regiones se determinarían mutuamente (Feldman, 2003). Otras explicaciones ven en el propio campo de la biotecnología vegetal una serie de condicionamientos específicos. En

<sup>7</sup> El cuarto lugar está compartido por India y Canadá (cada uno con 7,6 millones de hectáreas), luego viene China (3,8 millones) y Paraguay (2,7 millones). Véase James (2008).



particular, cabe destacar que los procesos de regulación (para la aprobación de OGM) generan barreras de entradas al campo de la biotecnología vegetal. Por un lado, porque a las firmas que ya cuentan con OGM aprobados les resultará más fácil que le aprueben nuevos productos, aunque más no sea por su experiencia en el complejo sistema de regulación. Por otro lado, los procedimientos para aprobar un OGM resultan extremadamente costosos, y esto reduce el número de firmas que tienen la capacidad financiera de lidiar con el sistema de regulación internacional de OGM (Harhoff *et al.*, 2001). A esto habría que agregar otras variables que tienen que ver, por ejemplo, con el peso de la opinión pública en cuanto al uso y consumo de OGMs, y sus efectos en el ámbito de la innovación.

En cuanto a este último punto, la controversia sobre el uso de las semillas transgénicas ha variado significativamente según el país que se trate. En 2003 en Francia se creó una organización anti OGM, los *facheurs volontaires*, que desde entonces ha realizado numerosas destrucciones de parcelas de ensayos transgénicos y de cultivos de OGM a campo (Gesson, 2004; *Facheurs volontaires*, 2003). En Brasil se ha desarrollado una fuerte controversia pública, movilizada en gran parte por movimientos campesinos (Pellegrini, 2009). En Argentina, como en Estados Unidos, en cambio, la adopción y expansión del uso de semillas transgénicas se desarrolló prácticamente sin oposición visible.

El rechazo que suscitaron los transgénicos en la Unión Europea es conocido. Entre octubre de 1998 y mayo de 2004 Europa tuvo una *moratoria de hecho*, puesto que durante ese período no se autorizó ningún cultivo transgénico, ya que, en cuanto a los aspectos formales, varios países de la Unión Europea consideraban que debían modificarse los procedimientos de evaluación de OGM. El parlamento europeo aprobó una nueva reglamentación sobre diseminación de OGM en marzo de 2001<sup>8</sup> (que reemplazaba la anterior reglamentación de 1990),<sup>9</sup> aunque los procedimientos de trazabilidad y etiquetado de OGM se terminaron de aprobar en septiembre de 2003.<sup>10</sup> En mayo de 2004 el parlamento europeo aprobó la comercialización del maíz transgénico Bt11 (propiedad de Syngenta), dando inicio a la aprobación de otros eventos comerciales de maíz transgénico (resistente a insectos o tolerante a herbicidas) de Monsanto. Sin embargo, Francia trasladó la reglamentación europea a la legislación francesa recién en junio de 2008, lo que le valió una multa de diez millones de euros por haber demorado tanto tiempo.<sup>11</sup> Además, a comienzos de 2008 Francia dispuso una cláusula por la que prohibía cultivar el maíz transgénico de Monsanto MON810

<sup>8</sup> Directive 2001/18/CE du Parlement Européen et du Conseil del 12 de marzo de 2001.

<sup>9</sup> Directive 90/220/CEE del 23 de abril de 1990.

<sup>10</sup> Règlement (CE) n° 1830/2003 du Parlement européen et du Conseil del 22 de septiembre de 2003.

<sup>11</sup> La multa la impuso la Cour européenne de Justice en diciembre de 2008.

(el único que Francia había permitido hasta entonces).<sup>12</sup> De modo que Francia –lo mismo que Austria, Hungría y Grecia– mantiene una moratoria sobre los OGM al margen de las decisiones del parlamento europeo. La Comisión Europea propuso sancionar a Austria y a Hungría y compelerlos a que deroguen sus prohibiciones a los OGM. Sin embargo, los ministros europeos reunidos en marzo de 2009 en el Consejo de la Unión Europea rechazaron las propuestas de la Comisión y respaldaron las prohibiciones de Austria y Hungría, lo que a su vez implicó un aval a las medidas adoptadas en ese sentido por Grecia y Francia.<sup>13</sup>

El país de la Unión Europea que mayor superficie cultivada con transgénicos tiene es España, con poco menos de 100 mil hectáreas. En Argentina, a diferencia de lo que ocurre en Europa, la adopción de cultivos transgénicos es masiva: diez años después de que fuera aprobado el primero de ellos (la soja resistente al glifosato), en 2006, prácticamente el 100% de la soja sembrada en el país es genéticamente modificada, y el 70% del maíz es transgénico (Trigo y Cap, 2006).

A continuación mostraremos dos estudios de caso, uno francés y otro argentino, de empresas dedicadas a la innovación en biotecnología vegetal. La selección se basó en el rasgo común de tratarse de empresas que intentan ir más allá de la adaptación y realizar construcciones genéticas propias.

## DOS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

### EN ARGENTINA: BIOCERES

Bioceres se creó el 12 de diciembre de 2001, una semana antes de que en la Argentina estallara una enorme crisis político-económica. La empresa surgió como una iniciativa de un grupo de productores agropecuarios nucleados en AAPRESID,<sup>14</sup> que es la asociación de productores en siembra directa, quienes se veían a sí mismos como un sector que se había desarrollado fuertemente a partir de la década de 1990, pero cuyo vínculo con las innovaciones tecnológicas dependía exclusivamente de empresas multinacionales. Estos productores consideraban que la competitividad del agro argentino se debía a los cambios que el campo había hecho durante la década de 1990, en torno a tres cuestiones. Por un lado,

<sup>12</sup> "Clause de sauvegarde sur la culture du maïs OGM MON810", comunicado de prensa, 11/01/2008, Gobierno de Francia: <<http://www.gouvernement.fr/presse/clause-de-sauvegarde-sur-la-culture-du-mais-ogm-mon-810>>.

<sup>13</sup> Véase "Communiqué de Presse du Conseil de l'Union Européenne" del 2 de marzo de 2009, 7042/1/09 REV 1 (Presse 53).

<sup>14</sup> Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), es una ONG formada en 1989 por productores agropecuarios interesados en promover la utilización de la siembra directa. Tiene su sede central en Rosario, y cuenta con alrededor de 1.500 socios. Para un estudio antropológico sobre AAPRESID, véase Hernández (2007).

están los cambios que identifican con cuatro innovaciones tecnológicas: siembra directa, fertilizaciones, rotaciones e incorporación de la biotecnología (básicamente la soja RR en 1996). El segundo elemento que consideraban crucial para entender la competitividad del sector tiene que ver con el modo de organización que presentaba, basada en un armado en red, donde es frecuente encontrar productores agropecuarios que no tuvieran una hectárea de campo ni maquinaria, pero que al contar con el dinero suficiente podían contratar todo lo necesario. Se establece así un sistema de redes, donde se provee al financista de servicios especializados, deja de prevalecer la figura del productor que tiene todo armado y emerge la figura del capitalista que terceriza los servicios vinculados a la producción agrícola. Finalmente, hay un tercer acontecimiento que estos productores asocian a la competitividad del sector: en el año 1991 se creó en la Argentina la Conabia (Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria), uno de los primeros organismos de regulación de la biotecnología a nivel mundial. Efectivamente, se trata de elementos que permiten explicar la rapidez y masividad con las que fueron adoptados los cultivos transgénicos en Argentina por parte de los productores agrícolas, siempre que se considere que estos poseían maquinaria agrícola moderna pero también un alto endeudamiento, en un escenario de cambio en la tendencia de los mercados mundiales al presentar una caída de los precios internacionales de los principales cultivos, y por lo tanto la adopción de los cultivos transgénicos se presenta como una solución a sus crecientes problemas (Bisang, 2007).

Pero dentro de este escenario, los productores recibían la biotecnología a partir de desarrollos de empresas multinacionales. Es así que un centenar de estos productores decide formar una empresa que busque generar innovaciones tecnológicas para las necesidades del sector. Bioceres S.A. surge entonces con una serie de objetivos precisos: tener una estructura de organización abierta, y generar un fuerte vínculo con el sector público. En cuanto al primer aspecto, sostienen que no podrían invertir en proyectos de largo plazo y alto riesgo del mismo modo que una empresa multinacional, y por ende crearon una estructura en red, donde la inversión es generada por los productores agropecuarios. Se convencía a los productores para que abonen sumas pequeñas y a cambio se les daba acciones en la compañía. En un principio, la inversión era en torno a proyectos específicos: Bioceres decidía gestionar un proyecto de investigación para obtener maíz transgénico resistente al Mal de Río Cuarto, por ejemplo, y conseguía fondos de los productores interesados en ello. En cuanto al vínculo con el sector público, los fundadores de Bioceres consideraban que el mismo tenía consolidadas trayectorias en la investigación, mientras que ellos (el sector privado) debían aportar su capacidad de gestión; de modo que no se propusieron disponer de laboratorios propios, sino utilizar los del sector público.

### ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN

Los proyectos de investigación que Bioceres gestionó fueron variando con el tiempo, a pesar de la reciente creación de la empresa. Inicialmente generó un convenio, a fines de 2002, con el INTA,<sup>15</sup> el cual venía desde hace varios años realizando investigaciones para obtener maíz transgénico resistente al Mal de Río Cuarto, un virus que solo existe en el país. El INTA desarrolló las construcciones genéticas que proveían de resistencia a dicho virus, y también realizó las *transformaciones* en el maíz.<sup>16</sup> Bioceres, por su parte, se encargó de la gestión, vale decir, llevó adelante las solicitudes de patentes, y aportó para el proyecto un total estimado de us\$ 250.000. El interés que encuentra Bioceres en este proyecto radica en el vínculo que le permite establecer con el INTA, y en el reconocimiento que obtendría por producir un transgénico íntegramente en Argentina. Sin embargo, desde Bioceres admiten que no son menores los obstáculos que se presentan para que este transgénico finalmente llegue al mercado. Por un lado, deberían ocuparse de realizar la desregulación internacional de esta semilla transgénica (es decir, realizar los ensayos y presentaciones que demandan los organismos de regulación de cada país), lo que hoy en día constituye una inversión millonaria que no está a su alcance realizar. Por otro lado, algunas mejoras frente al Mal de Río Cuarto ya se han obtenido mediante otras tecnologías –cruzamientos híbridos convencionales– lo que también disminuye las expectativas de que el producto acceda al mercado.

Otro de los proyectos que abordó Bioceres fue el de generar una soja transgénica con genes antifúngicos, aprovechando para ello la trayectoria de investigación de un grupo de biología molecular de plantas del INGEPI, el cual había sido uno de los pioneros en la generación de plantas transgénicas en el país, a partir de sus ensayos con papa.<sup>17</sup> Sin embargo, dicho proyecto se tuvo que dar de baja, al fracasar los intentos del grupo de investigación en transformar la soja.<sup>18</sup> No obstante, el grupo siguió intentando transformar la soja por su cuenta, cosa que logró al cabo de unos años. El vínculo con la empresa se mantuvo, al punto que el director del grupo de investigación pasó a ser el director científico de INDEAR

<sup>15</sup> En el convenio participan tanto el Instituto de Genética como el Instituto de Biotecnología, ambos pertenecientes al INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

<sup>16</sup> *Transformar*, en este caso, quiere decir incorporar la construcción genética dentro del genoma de la planta.

<sup>17</sup> El grupo de biotecnología vegetal del INGEPI (Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular, que depende de la Universidad de Buenos Aires y del Conicet) aprendió las técnicas de transformación vegetal a través de un convenio de capacitación que realizó con el INRA Versailles (Kreimer y Rossini, 2005).

<sup>18</sup> Según el director de dicho proyecto, la soja era mucho más difícil de transformar que la papa, en la medida que la eficiencia de transformación de la soja resultaba sumamente baja (por debajo del 1%). Tampoco disponían de invernaderos ni de diversidad en cuanto a variedades de soja.

–Instituto de Agrobiotecnología de Rosario, nueva organización empresaria de Bioceres–, e iniciaron un nuevo proyecto para obtener soja transgénica.

Bioceres/INDEAR también firmó un convenio con la Universidad Nacional del Litoral. Un grupo de investigación de dicha universidad venía trabajando en la caracterización de un gen de girasol que le confería propiedades de tolerancia a sequía y condiciones de salinidad. Luego probaron la funcionalidad de dicho gen en una planta modelo (*Arabidopsis thaliana*), y esperaban insertar con éxito el gen en plantas de interés comercial, como soja, maíz y trigo. La empresa financió la inversión a través de un *pool* de inversores. En este caso, gestionó solicitudes de patentes no solo en Argentina, sino también en India, China, Estados Unidos, México, Australia y Brasil. No obstante, dado lo costoso que resultaría realizar los ensayos para desregular el cultivo transgénico a nivel internacional, en la empresa estiman que, de llegar a obtener un buen producto, lo más probable es que lo vendan a una de las grandes empresas multinacionales.

Dentro de las iniciativas más recientes en las que se involucró INDEAR, cabe mencionar la implementación de un grupo de investigación para desarrollar una plataforma de transformación vegetal propia, la adquisición (a través de un subsidio del Estado, por medio de la agencia estatal de promoción de la ciencia) de un secuenciador que permitiría obtener en poco tiempo el genoma de la especie que se desee, y el inicio de una línea de desarrollo en *molecular farming* (producción de proteínas de interés comercial utilizando las plantas como “fábrica”).<sup>19</sup>

#### LOCALIZACIÓN DE LOS CENTROS DE I+D

El vínculo particular que Bioceres establece con el sector público hizo que no tuviera –durante sus primeros siete años– laboratorios de investigación propios. Bioceres financiaba la investigación que ya había comenzado algún centro público de investigación, estableciendo una relación en la cual el sector privado gestionaba la producción de conocimiento que realizaba el sector público. De este modo, los laboratorios donde se llevaban a cabo los proyectos que financiaba Bioceres se ubican en los distintos centros públicos que en Argentina tenían desarrollos en el área: el Instituto de Biotecnología y de Genética del INTA, la Universidad Nacional del Litoral, el INGEPI.

Esta estructura le permite a la empresa evitar invertir en capacitación y en todos los gastos de equipamiento y mantenimiento de un laboratorio. Y acaso lo más importante: le evita tener que comenzar un desarrollo desde cero. En consecuencia, la inversión directa en recursos humanos es mínima –en el 2008 la

<sup>19</sup> En el marco de los desarrollos en *molecular farming*, INDEAR firmó un contrato con una empresa canadiense, por medio del cual podrá producir quimosina (enzima que se emplea para la producción de lácteos) en plantas de cártamo. El desarrollo es de la empresa canadiense que le dio la licencia a INDEAR para que produzca dicha tecnología en el país.

empresa solo contaba con 14 personas–, y la financiación que ejerce se suma a una infraestructura ya existente. Por lo demás, la empresa decide invertir cuando la investigación que alcanza un laboratorio está avanzada.<sup>20</sup> Esto no anula el riesgo de la inversión, pues quedan muchas etapas por alcanzar antes de que el desarrollo pueda realmente llegar al mercado, pero indudablemente disminuye la incertidumbre que supondría partir solo de una idea.

En el 2004, Bioceres, junto a otra empresa –Biosidus– creó INDEAR (Instituto de Agrobiotecnología de Rosario). Biosidus es una empresa de biotecnología de capital nacional cuyo fuerte es la producción de medicamentos. Su desempeño en el campo de la biotecnología alcanzó repercusión internacional tras haber clonado una vaca transgénica en 2002 (Thomas *et al.*, 2006). Sin embargo, su trayectoria en transgénesis vegetal es escasa, concentrada fundamentalmente en algunos convenios que había realizado con el grupo de investigación en biotecnología vegetal del INGEPI.<sup>21</sup> No obstante, el propósito de Bioceres al unirse con Biosidus no era tanto contar con su experiencia en el área específica, sino que Bioceres necesitaba de un socio para no cargar con toda la inversión, y Biosidus aparecía como una empresa nacional con capacidad innovadora. “Ellos tenían una empresa nacional, con muchos años de investigación en ciencia, con toda una trayectoria y una empresa exitosa. La idea sobre todo era que ellos tenían un conocimiento de hacer investigación en Argentina, de muchos años”.<sup>22</sup> De modo que Biosidus hizo valer su *prestigio innovador* en el escenario local para involucrarse en el proyecto de INDEAR. Pero la crisis financiera internacional de 2008 llevó a Biosidus a replantear sus estrategias, y decidió abandonar INDEAR.

Además del sector privado, en INDEAR también interviene el sector público, a través del Conicet.<sup>23</sup> En lo que hace específicamente al convenio con Bioceres, el Conicet aporta el terreno sobre el que se construyeron las instalaciones de INDEAR. Sin embargo, no es esta la razón por la que la empresa dice que acudió al Conicet:

Con el Conicet tenemos un convenio de cooperación, no aporta recursos financieros; ellos cedieron un terreno. Para nosotros [significó] más que la compra del terreno en sí, porque con la magnitud de inversión que hacemos en el edificio, el

<sup>20</sup> En la primera etapa de Bioceres, al menos, no parece haber un criterio demasiado definido en torno a qué proyectos financiar. Más bien depende de que los referentes de investigación del sector público le ofrezcan proyectos avanzados.

<sup>21</sup> En realidad, el grupo que posee Biosidus tiene a su vez otra empresa, Tecnoplant, orientada al mercado de plantas, pero que se concentra más en la micropropagación de variedades de arándanos que en el desarrollo de plantas transgénicas.

<sup>22</sup> Entrevista con el gerente general de Bioceres, Buenos Aires, 18/04/2008.

<sup>23</sup> Creado en 1958, el Conicet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) es el principal organismo dedicado a la promoción de la ciencia y la tecnología en la Argentina.

terreno no tiene nada que ver. Pero es un terreno que está en el CEDINAR, en Rosario, que es el Centro Regional del Conicet, y va a haber un montón de centros ahí, y hay un proyecto de que se instale ahí también un Centro de Genómica Vegetal binacional (España-Argentina).<sup>24</sup>

O sea que, para la empresa, lo que aportó en realidad el Conicet es el espacio, el prestigio y los vínculos con la dinámica de investigación pública.

Al mismo tiempo que genera INDEAR, Bioceres arma otra empresa, Bioceres Semillas S.A. Esta última tiene la misión de producir variedades de semillas diseñadas para su mejor rendimiento según zonas de la Argentina (para lo cual armó convenios con el INTA), generando alrededor suyo una red de semilleros exclusivos.

Esta etapa en la trayectoria de la empresa, marcada por la creación de INDEAR y Bioceres Semillas, obliga a Bioceres a desembolsar inversiones mucho mayores que antes, pero con la ventaja de que se mantiene vinculada al sector público (los grupos de investigación que componen INDEAR vienen del sector público,<sup>25</sup> y se suma el Conicet; mientras que el INTA se enlaza en Bioceres Semillas) y logra incorporar una gran parte de la cadena de desarrollo de las plantas transgénicas:

Ahora, al ser una sociedad anónima, [Bioceres] tiene la posibilidad de hacer Bioceres Semillas o cualquier otra, tiene la posibilidad abierta de capturar su valor y la mayor cantidad de semilleros posibles, con lo cual no es que vamos a ser exclusivos, pero vamos a tener el conocimiento más cercano de los genes que desarrolle INDEAR. En algún futuro, Bioceres Semillas podrá introducir en sus materiales los genes desarrollados por Indear o por cualquier otro.<sup>26</sup>

Este relato permite poner al descubierto distintas etapas en Bioceres/INDEAR. La primera consistió en un acercamiento a los centros públicos de investigación a través de un financiamiento por proyecto (a partir de un aporte de inversores). Luego gestionó proyectos que tuvieran un mayor interés comercial (en soja, maíz o trigo) con eventos que pudiera vender internacionalmente. Finalmente, se propuso incorporar una mayor parte de la cadena de producción de cultivos transgénicos, para lo cual cambió su organización (Bioceres generó INDEAR y Bioceres Semillas), construyó una infraestructura de laboratorios propia, modificó su financiamiento (ya no realiza inversiones por proyecto, por considerar que muchos podían terminar en fracasos, sino que INDEAR se financia a partir de sus

<sup>24</sup> Entrevista con el gerente general de Bioceres, Buenos Aires, 18/04/2008.

<sup>25</sup> Algunos investigadores pasan a depender exclusivamente de INDEAR, pero la mayoría –hasta ahora– no abandona su pertenencia institucional en el sector público.

<sup>26</sup> Entrevista con el gerente general de Bioceres, Buenos Aires, 18/04/2008.

socios, y luego destina fondos según su parecer) y busca desarrollar tecnologías de procesos propia (a través de un laboratorio dedicado a desarrollar metodologías de transformación de plantas, lo cual le permitiría prescindir del pago por uso de técnicas ajenas y adquirir un *know-how* propio).

#### **EN FRANCIA: BIOGEMMA**

El caso que presentamos en Francia también es emblemático de una empresa que “desafía” la concentración de las innovaciones en biotecnología vegetal, por cuanto busca desarrollar sus propias construcciones genéticas. Pero aunque su inmersión en la biotecnología es reciente, a diferencia del caso argentino esta es una empresa con una larga tradición y una fuerte posición mundial en la producción de semillas convencionales.

Limagrain es una cooperativa agrícola de la región de Auvergne.<sup>27</sup> Hacia 1942, un conjunto de agricultores de Limagne (planicie dentro de Auvergne con una larga trayectoria en el cultivo de cereales) se unió para dar forma a la cooperativa de Limagrain, con el fin de disponer de semillas necesarias para su actividad (Limagrain, 2007). Esto se enmarca en un proceso de creación de cooperativas (sobre todo en semillas) que se dio en Francia entre las décadas de 1930 y 1950. Respondía a una necesidad de producir semillas de calidad para aprovisionar a los agricultores de determinadas regiones. En 1965 abre una estación de investigación en maíz, a fin de desarrollar variedades propias. Su proceso de crecimiento y absorción de otras empresas comienza a hacerse evidente a partir de 1975, cuando adquiere a la compañía Vilmorin.<sup>28</sup> Pocos años después abre una estación de investigación en Estados Unidos, iniciando una etapa de expansión a través de la creación de filiales y centros de investigación en diversos puntos de Francia y el resto del mundo. En 1986 crea Biosem, un laboratorio dedicado a trabajar sobre diversos aspectos de la biotecnología vegetal, como el desarrollo de marcadores moleculares y los OGM. Biosem se divide luego según el tipo de actividad, creándose en 1997 la empresa Biogemma para desarrollar específicamente la transgénesis aplicada a grandes cultivos. Por otro lado, en 2001 Limagrain compró –a través de Vilmorin– el 20% de KeyGene, una empresa de biotecnología vegetal con sede en Holanda (Limagrain, 2008a).

El cultivo más importante de Limagrain es el maíz, cuyas variedades se encuentran sembradas en cinco millones de hectáreas en el mundo y para el cual tiene 48 estaciones de investigación en maíz repartidas en el mundo dedicadas al

<sup>27</sup> El nombre que adquiere al momento de fundarse es “Coopérative de Production et de Vente de Semences Sélectionnées du Massif Central”. Cambia su nombre a Limagrain recién en 1965.

<sup>28</sup> Empresa que data de 1742, cuando el botánico de Luis XV abrió un negocio propio para comerciar granos y plantas. Al comprarla, Limagrain incorpora a su negocio la producción de hortalizas y productos de jardín.



desarrollo de variedades (Limagrain, 2009). Aun cuando se trata de una empresa que vende sus productos a todo el mundo, su fuerte radica en el mercado europeo, a donde destina el 67% de sus ventas (Limagrain, 2008a).

Limagrain es un poderoso grupo semillero, que se ubica en el cuarto lugar de los mayores productores de semillas del mundo; pero aún no produce semillas transgénicas propias. Biogemma es el emprendimiento del grupo Limagrain con el objetivo de no quedar fuera del mercado de productores de semillas transgénicas. Aunque con una participación minoritaria, Biogemma también es financiada por el grupo Euralis, cooperativa de productores agrícolas originariamente del sudoeste de Francia. Biogemma se presenta así como “la única empresa europea de investigación en biotecnología vegetal desarrollada y financiada por el mundo agrícola” (Limagrain, 2008a: 30).

### ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN

Aunque Biogemma tenía el propósito de dedicarse exclusivamente a la generación de plantas transgénicas, pronto diversificó sus esfuerzos de investigación en dos áreas: la transgénesis vegetal, por un lado, y la genómica vegetal, por otro. La transgénesis implica en este caso la producción de ADN recombinante, mientras que la genómica vegetal es el estudio del ADN (la identificación y caracterización de los genes del genoma de una planta). Se trata de dos cuestiones totalmente distintas (la genómica es una ciencia básica), pero el desarrollo de la genómica vegetal puede resultar muy útil para la transgénesis, en la medida que permite encontrar genes de interés (o comprender el funcionamiento del genoma receptor) para posteriormente desarrollar un ADN recombinante. Por otro lado, la genómica vegetal también puede ser útil para desarrollar nuevas variedades vegetales usando “marcadores moleculares”: a diferencia de la transgénesis, no se ingresa un gen de otra especie, sino que la selección asistida por marcadores moleculares permite obtener variedades de un modo similar a como se obtienen mediante cruzamiento convencional, pero mucho más rápido.

En cuanto a la generación de plantas transgénicas, el cultivo hacia el que volcaron sus esfuerzos de innovación es el maíz, elegido por la importancia económica que presenta su comercialización para el grupo Limagrain: “Biogemma trabaja esencialmente sobre el maíz. Es un cultivo importante, para Limagrain y los accionarios de Biogemma, en términos de superficie, cantidad de ventas, etc. Anteriormente trabajaba con otras especies: colza, plantas forrajeras, trigo. Pero hoy trabaja con maíz porque para ellos es la primera planta en términos de prioridad debido a su gran mercado”.<sup>29</sup> El principal carácter sobre el que trabaja Biogemma en transgéne-

<sup>29</sup> Entrevista al antiguo director de investigación de Biogemma y responsable de asuntos de regulación de OGM de Limagrain, París, 26/11/2008.

sis de maíz es el de “tolerancia a sequía”. El cultivo de maíz con tolerancia a sequía permitiría disminuir los costos de producción al emplear menos agua, y extender su siembra hacia condiciones adversas, todo lo cual redonda en un aumento de la productividad. En tal sentido, Biogemma ha utilizado la transgénesis para estudiar el efecto de diversos genes sobre el estrés hídrico del maíz (Toppan, 2002). En la empresa identificaron un gen en un cereal africano –el sorgo– que otorga resistencia al estrés hídrico, y lo introdujeron en el maíz. Biogemma comenzó a realizar ensayos a campo con este maíz transgénico en 2005 (Limagrain, 2008b).

Por otro lado, y en parte debido al difícil panorama que presentaba ya la transgénesis en la opinión pública, Biogemma se sumó al consorcio Genoplante, que desde 1999 realiza estudios en genómica vegetal. Genoplante es una red mixta, donde participan tanto centros públicos de investigación (Cirad, CNRS, INRA, IRD) como empresas privadas (Biogemma, Bayer CropScience, Bioplante), y tiene por objeto analizar los genomas de especies fundamentales para la agricultura francesa, como maíz, trigo, colza y girasol:

En 1997 se crea Biogemma, y ya comenzaba un panorama difícil para los OGM en la opinión pública. Al mismo tiempo, la genómica permitía alcanzar muchos resultados (gracias a la utilización de la informática). De modo que en 1998 se asociaron con institutos de investigación públicos de Francia (el INRA, el Cirad) en un gran programa de genómica de cinco años, que asociaba lo público y lo privado [...]. Era un contrato de investigación de cinco años para abordar aspectos importantes para la agricultura francesa. Eso se firmó en 1998/1999; terminó en 2004/2005. Genoplante sigue existiendo pero ese financiamiento ya no, hoy el financiamiento se logra vía la ANR [Agence Nationale de la Recherche], pero ya no hay una suma tan importante como la de antes. Lo que importaba en 1998/1999 era ayudar al desarrollo de la genómica en Francia.<sup>30</sup>

El presupuesto de Genoplante para sus primeros cinco años fue de 200 millones de euros, de los cuales el 60% provino del sector público.<sup>31</sup> El interés de Limagrain de involucrarse en Genoplante radica en desarrollar el conocimiento en genómica para utilizar la selección asistida por marcadores. La selección asistida por marcadores permite desarrollar variedades vegetales sin recurrir a la transgénesis. Como hemos dicho anteriormente, la transgénesis implica la incorporación de un rasgo (a través del transgén) que no podría obtenerse por cruza-mientos convencionales, mientras que la selección asistida por marcadores simplemente acelera los tiempos de cruzamiento convencional.

<sup>30</sup> *Ibid.*

<sup>31</sup> *Bilan de la phase 1 (1999-2001)*, Génoplante, France.

De hecho, muchas de las investigaciones que comenzó Biogemma –a excepción del maíz con tolerancia a sequía– terminó por orientarlas hacia la genómica y la selección asistida por marcadores:

Biogemma trabajó antes en transgénesis con genes de plantas (enzimas de tomate) integrados en colza. En maíz y trigo, hubo ensayos con diferentes genes (de vegetales, de insectos). Hoy todos esos caminos se han abandonado y solo se hacen estudios de genómica: identificación de genes (alelos) de trigo, de maíz y genes apilados (combinación de diferentes alelos) mediante selección asistida por marcadores.<sup>32</sup>

La resistencia de la investigación pública hacia los OGM en Francia es significativa (mediante las acciones de destrucción de OGM de los *facheurs volontaires*, o simplemente mediante la oposición a usar y consumir transgénicos que reflejan las encuestas en Francia). Esto incide directamente en Biogemma a través de lo que ocurrió, por ejemplo, con Genoplante (pues el sector público ha disminuido su participación en todo lo que se vincule con el desarrollo de OGM), pero también incide de un modo indirecto al generar un escenario sin interlocutores, pues los OGM dejan de ser un objeto de investigación y desarrollo. La Agence Nationale de Recherche de Francia inició en 2005 un programa para financiar específicamente la investigación en OGM. Sin embargo, en 2007 la ANR solo recibió siete solicitudes de financiamiento para ese programa, de los cuales fueron aprobados cuatro. Como consecuencia de la escasa cantidad de propuestas de investigación hacia la ANR, el programa fue cerrado en 2008 (Pécresse, 2008). Incluso dentro de los tres años que duró el programa, los proyectos financiados pueden englobarse en tres grupos: economía y gobernabilidad de los OGM, evaluación y gestión de riesgos agroambientales, y marcaje y trazabilidad de la expresión de genes (ANR, 2008). Merece señalarse que todos los proyectos están abocados a analizar distintas formas de *riesgos* de los OGM, pero no hay ninguno que se proponga desarrollar un cultivo transgénico. Según Marc Fellous, antiguo presidente de la Commission du génie biomoléculaire y presidente del Conseil scientifique sur les OGM de la ANR, “los jóvenes investigadores dudan en trabajar sobre OGM: si sus ensayos a campo, que constituyen una etapa indispensable, son destruidos, entonces, ¿para qué?” (Sciences et Avenir, 2008).

#### LOCALIZACIÓN DE LOS CENTROS DE I+D

El grupo Limagrain dice contar con 1.200 investigadores y 80 centros de investigación, dedicados mayormente al desarrollo de variedades de semillas, es decir, se

<sup>32</sup> Comunicación personal con el antiguo director de investigación de Biogemma y responsable de asuntos de regulación de OGM de Limagrain, 18/08/2009.

trata mayormente de fitomejoradores y plantas de producción de semillas (Limagrain, 2008a). En lo que respecta específicamente a Biogemma, esta cuenta con poco más de 70 investigadores, y tenía sus laboratorios en dos localidades de Francia: Clermont-Ferrand y Mondonville. Sin embargo, a comienzos de 2008 Biogemma decidió mover gran parte de sus investigaciones a Estados Unidos. Ante las sucesivas destrucciones de sus ensayos a campo por parte de movimientos anti OGM, Biogemma había amenazado con dejar el país.<sup>33</sup> En 2006 solo pudo concluir un ensayo a campo, debido a la destrucción de diez parcelas.<sup>34</sup> En 2007, una parcela de 5.000 m<sup>2</sup> donde Biogemma realizaba un ensayo de maíz transgénico con tolerancia a sequía habría sido destruida en el 95%.<sup>35</sup> Finalmente, la empresa optó por trasladar sus ensayos a campo a Estados Unidos.

La investigación que se hacía en Biogemma era investigación básica con una intención de aplicación. Pero debido a las numerosas destrucciones de los ensayos a campo, se llegó a una instancia donde se gastaban más energías en defender los ensayos que en hacer los ensayos propiamente. Por eso se decidió llevar la investigación a otro lado, donde no hubiera riesgo de destrucción. No es lo más eficaz, no es fácil ir a ver los ensayos que se hacen en los Estados Unidos; es caro, lleva tiempo, pero es la única manera.<sup>36</sup>

El tipo de investigación que aún realiza en Francia es el más básico, es decir, la búsqueda y caracterización de los genes de interés, y cuenta con alrededor de 70 investigadores en el país. Pero todo lo relacionado con los ensayos a campo, ya no lo realizan más en Francia. La decisión de trasladar sus ensayos fue tomada incluso antes de que la Unión Europea se expidiera acerca de la decisión unilateral de Francia de instaurar una nueva moratoria sobre los cultivos transgénicos. Es que para las autoridades de Biogemma, el problema no residía en una cuestión legal, sino en un entramado complejo que le resultaba hostil, en cuya base se ubica el alto rechazo de la población francesa a los cultivos transgénicos en general, sobre el cual se montan las destrucciones de ensayos que realizan los movimientos anti OGM, a lo que se agregaría la percepción de una escasa voluntad de imponer otra dirección en el asunto por parte de las distintas esferas del Estado. Es así que, incluso si llegara el día en que Biogemma pudiera comercializar sus

<sup>33</sup> “La recherche privée dénonce les arrachages d’essais OGM”, *Le Figaro*, 4/07/2007.

<sup>34</sup> “Le semencier Limagrain vise la troisième place mondiale”, *Les Echos*, *Le Quotidien de l’Économie*, 26/12/2006.

<sup>35</sup> “Une parcelle d’essai de maïs OGM fauchée dans le Puy-de-Dôme”, *AFP Général*, 1/07/2007.

<sup>36</sup> Entrevista al antiguo director de investigación de Biogemma y responsable de asuntos de regulación de OGMs de Limagrain, París, 26/11/2008.

semillas transgénicas en Francia –para lo cual, siguiendo la normativa usual al respecto, debería previamente realizar ensayos a campo allí donde se pretende comercializar los OGM– dejarían la obligación de hacer ensayos en Francia “para último momento, y solo si no se puede hacer de otra manera”.

En suma, Biogemma es una empresa de biotecnología que pertenece a uno de los grupos semilleros más grandes del mundo. Sin embargo, su ingreso en el campo de los OGM es tardío (Biogemma se funda en 1997, cuando ya había cultivos transgénicos en el mercado) en relación a las empresas que hoy son dominantes en el sector. Las mayores dificultades que tuvo para desarrollarse en la biotecnología vegetal radican en el contexto adverso que se planteó en Europa, a través de moratorias a los OGM y el escaso financiamiento al fomento de los mismos. Esta situación se ve agudizada en Francia porque las sucesivas destrucciones de los ensayos a campo que realizaba Biogemma por parte de grupos anti OGM motivaron a la empresa a trasladar parte de sus investigaciones a Estados Unidos. Además, aduciendo el poco apoyo del Estado y el contexto adverso de Europa, fue orientando sus investigaciones hacia la genómica y la selección de variedades asistida por marcadores moleculares, mientras que la transgénesis quedó reducida a un único proyecto: el maíz con tolerancia a sequía.

### LOS CIENTÍFICOS Y LA ELECCIÓN DE LOS CULTIVOS

El papel de los científicos en la definición de las líneas de desarrollo en OGM ha sido muy distinto en el caso argentino respecto al caso francés. La diferencia fundamental radica en que la empresa francesa instaló sus propios laboratorios, mientras que la empresa argentina hizo uso de los centros públicos de investigación.

En el caso argentino, las investigaciones en OGM las habían comenzado tiempo antes que existiera la empresa (el INTA y el INGEPI comenzaron sus investigaciones en papa transgénica alrededor de 1987). La elección del cultivo por parte de estos investigadores se debe a intereses sobre todo *productivos*.<sup>37</sup> Los propios investigadores declaman que la papa tenía una notoria importancia en la agricultura argentina, por cuanto se trata de un cultivo popular. Algo similar ocurre con el grupo que realizó transgénesis en girasol. Este es un cultivo de gran importancia en Argentina (ocupa el primer lugar mundial en producción de aceite de girasol), pero no es tan significativo su cultivo en otros países. En ese sentido, cabe destacar que la elección *productiva* que declaman los científicos es muy distinto de valorar el posible *impacto comercial* de un cultivo transgénico. De hecho, cuando Bioceres acudió a estos grupos para que emplearan un cultivo que tuviera importancia en el mercado mundial de transgénicos –la soja–, los inves-

<sup>37</sup> En rigor, los investigadores de estas instituciones aducen una vocación social y económica como la razón por la cual eligieron la papa como el primer cultivo en el que desarrollaron la transgénesis.

tigadores encontraron serias dificultades, pues los modelos de cultivos sobre los que venían trabajando tenían características distintas. Actualmente, algunos de estos investigadores afirman que hubiera sido más conveniente comenzar sus desarrollos en OGM con otros cultivos.

Todo esto no ocurre en el caso francés, precisamente porque aquí la empresa en cuestión montó sus propios laboratorios, decidida a concentrar sus esfuerzos en transgénesis allí donde estaba su fuerte comercial: en el maíz. En este caso, la elección es claramente comercial, y responde a los intereses de la empresa en primer lugar.

Otra cuestión que hace a la capacidad de los científicos de fijar las líneas de investigación, tiene que ver con el entorno (tanto institucional como en lo que se refiere a la opinión pública). Mientras que en Argentina los programas destinados a promover el desarrollo y la investigación en biotecnología en general (y en biotecnología vegetal en particular) se han acentuado en la última década —con estímulos a la investigación desde el Ministerio de Ciencia y Tecnología o desde la apertura de áreas prioritarias en biotecnología en instituciones como el INTA. En Francia la promoción de la investigación en transgénesis vegetal se concentró más en estudiar sus efectos ambientales y socioeconómicos que en su desarrollo, y las instituciones priorizaron estudios de genómica más que de transgénesis (en todo caso, se hace eje en la investigación básica más que en posibles desarrollos de plantas transgénicas). Por otro lado, debido a la opinión pública adversa a los OGM en Francia, desde la empresa que estudiamos afirman que cada vez resulta más difícil encontrar científicos dispuestos a realizar desarrollos en plantas transgénicas, la combinación del riesgo de exposición pública y de escaso financiamiento haría que muchos científicos en Francia decidan orientar sus investigaciones hacia temas afines pero que no impliquen el desarrollo de OGM, tales como la genómica, el uso de marcadores moleculares, o el uso de la transgénesis dentro de un marco de investigaciones básicas (para conocer el comportamiento de genes o de rutas metabólicas en plantas, por ejemplo, pero no para desarrollar un cultivo transgénico).

## CONSIDERACIONES FINALES

En líneas generales, la división del trabajo científico en las empresas de biotecnología vegetal se refleja en las distintas posiciones que pueden ocupar en relación al desarrollo de construcciones genéticas (véase cuadro 1).

Es indudable que las grandes empresas *obtentoras* de semillas transgénicas tienden a localizarse en los Estados Unidos, pero la división internacional del trabajo científico en transgénesis vegetal no sigue un simple patrón Norte-Sur, sino que depende de un conjunto de factores —entre los que se deben incluir la

acumulación previa de conocimientos y de capital, el tipo de sistema regulatorio, el vínculo con centros de I+D, y la opinión pública— que crean las condiciones más o menos favorables para que el capital vinculado a la biotecnología vegetal se desarrolle. En ese sentido, resulta lógico que Estados Unidos concentre la mayor cantidad de empresas dado que existe, desde hace años, una política pública que estimula explícitamente el desarrollo del sector, algunos de los más importantes actores de la agroindustria ya estaban localizados allí, no hay una significativa controversia pública sobre el tema, y hay fuertes trayectorias de investigación. Pero del mismo modo, en un país también central, como Francia, la existencia de una fuerte controversia —articulada desde el rechazo de la opinión pública en general a los transgénicos, la acción de movimientos anti OGM y decisiones gubernamentales— inclinó la balanza de modo tal que las condiciones ya no resultaban favorables para la única empresa de biotecnología vegetal de origen francés, y decidiera entonces relocalizar buena parte de sus laboratorios en los Estados Unidos. Al mismo tiempo, en un país periférico como Argentina, se generaron condiciones favorables (ausencia de controversia pública, mecanismos de regulación establecidos, trayectorias de investigación en el tema, y un importante sector de productores agrícolas que había obtenido una gran rentabilidad en años pasados) para que, desde 2002, se desarrollara una empresa de capital nacional que realice I+D en transgénesis vegetal.

En cuanto a la división del trabajo científico al interior de las empresas de biotecnología vegetal, el caso argentino presenta una primera etapa muy singular. Allí, la división del trabajo se da claramente entre lo público y lo privado. El sector público proveyó de los investigadores, las instituciones y las investigaciones en estado avanzado, que la empresa utilizó para desarrollar sus proyectos. En una segunda etapa, la empresa crea su propio centro de I+D. Esta segunda etapa de la empresa argentina coincide con el perfil que presenta la empresa francesa, que siempre tuvo sus propios centros de I+D. Sin embargo, en ambos casos, el Estado continúa presente apoyando el desarrollo del capital (a través de subsidios para investigación y de vínculos con centros públicos de I+D). La paulatina retracción del aporte del Estado francés en el marco de una fuerte controversia alrededor del uso de los transgénicos —con la destrucción de ensayos como parte del conflicto—, son los elementos fundamentales que incidieron en la decisión de la empresa francesa de relocalizar su centro de I+D en los Estados Unidos.

A pesar de las diferencias y complejidades que presentan los escenarios locales en términos de la división del trabajo científico en transgénesis vegetal, hay un aspecto que tiende a parecerse en la estrategia de innovación de las firmas que no son dominantes: buscan acumular desarrollos y prestigio para estar en mejores condiciones de negociar con las grandes empresas del sector.

La empresa argentina parece tener claro que el más probable destino de sus desarrollos en transgénesis vegetal es la transferencia de esas construcciones genéticas a una de las grandes firmas transnacionales.<sup>38</sup>

La empresa francesa, en términos similares, considera que para poder introducir un transgénico propio en el mercado “va a ser necesario que los accionistas se involucren, porque eso cuesta muy caro [...] sería una lástima tener que vender la construcción genética”.<sup>39</sup> La dificultad para acceder al mercado tiene parte de su causa en los costosos mecanismos de regulación de OGM a nivel internacional (cuya descripción excede los alcances de este trabajo). Pero es importante señalar que las dinámicas de innovación en las que se inscriben las estrategias de estas empresas conducen a que las grandes firmas transnacionales, que ya concentran la producción de OGM, funcionen como un imán hacia donde se dirigen las nuevas construcciones transgénicas de las empresas no dominantes del sector. Gran parte de sus posibilidades de subsistir parecen estar, paradójicamente, en la venta de sus innovaciones a las grandes empresas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANR (2008), *Programme national de recherches sur les organismes génétiquement modifiés*, Second séminaire général de restitution du Programme ANR-OGM, Programme du séminaire, 27 y 28 de noviembre 2008, Museo Nacional de Historia natural, París.
- Bisang, R. (2007), “El desarrollo agropecuario en las últimas décadas: ¿Volver a creer?”, en Kosacoff, B. (ed.), *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*, Santiago de Chile, Cepal, pp. 187-260.
- y L. Varela, (2006), “Panorama internacional de la biotecnología en el sector agrario. Dinámica de las mega empresas internacionales de agro-biotecnología e impacto sobre la oferta local”, en Bisang, R. et al. (comps.), *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina*, Buenos Aires, Prometeo Libros, pp. 25-62.
- Bonacelli, M. B. y S. Salles-Filho (1998), “The New Biotechnology Companies and the Competitive Conditions of Markets: Some Examples from France and Brazil”, *Science, Technology & Society*, 3, (1), pp. 207-224.
- Bonneuil, C. y F. Thomas (2008), “L’INRA dans les transformations des régimes de production des savoirs en génétique végétale”, en Bonneuil, C., G. Denis y J. L. Mayaud (comp.), *Sciences, chercheurs et agriculture*, París, Éditions Quæ & L’Harmattan, pp. 113-135.

<sup>38</sup> No obstante, las condiciones de transferencia pueden ser variables. Recientemente Bioceres firmó un acuerdo con Advanta Semillas mediante el cual esta última explotaría el gen de resistencia a sequía, lo que le otorgaría a Bioceres sus primeros ingresos por sus desarrollos en OGM. El acuerdo fue firmado el 16 de septiembre de 2009. Advanta Semillas es una compañía semillera multinacional que, en 2006, fue adquirida por una empresa de agroquímicos de la India.

<sup>39</sup> Comunicación personal con el antiguo director de investigación de Biogemma y responsable de asuntos de regulación de OGM de Limagrain, 18/08/2009.



- Coriat, B., F. Orsi y O. Weinstein (2003), "Does Biotech Reflect a New Science-based Innovation Regime?", *Industry and Innovation*, 10, (3), pp. 231-253.
- Facheurs volontaires (2003), "Facheurs volontaires", <[www.monde-solidaire.org/spip/spip.php?article712](http://www.monde-solidaire.org/spip/spip.php?article712)>.
- Feldman, M. (2003), "The locational dynamics of the US biotech industry: knowledge externalities and the anchor hypothesis", *Industry and Innovation*, 10, (3), pp. 311-328.
- Fulton, M. y K. Giannakas (2001), "Agricultural biotechnology and industry structure", *AgBioForum*, 4, (2), pp. 137-151.
- Gesson, G. (2004), "Facheurs volontaires", <[www.monde-solidaire.org/spip/spip.php?article1571](http://www.monde-solidaire.org/spip/spip.php?article1571)>.
- Harhoff, D. et al. (2001), "Some Simple Economics of GM Food", *Economic policy*, vol. 16, N° 33, pp. 265-299.
- Hernández, V. A. (2007), "El fenómeno económico y cultural del boom de la soja y el empresario innovador", *Desarrollo Económico*, 47, (187), pp. 331-365.
- James, C. (2008), "Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008", *ISAAA Brief*, 39, Ithaca.
- Kenney, M. (1986), *Biotechnology: the university-industrial complex*, Nueva York, Yale University Press.
- Kreimer, P. y J. B. Meyer (2006), "Tous égaux dans les réseaux? Certains sont plus égaux que d'autres... La coopération scientifique dans les réseaux internationaux: approche depuis l'Amérique Latine", trabajo presentado en Unesco Forum on higher education, research and knowledge, 29 de noviembre al 1 de diciembre de 2006.
- Kreimer, P. y P. Rossini (2005), "La constitución de nuevos objetos de conocimiento como proceso socio-cognitivo: los organismos vegetales genéticamente modificados (OVGMs) en la investigación agrícola", en Arellano, A. et al. (comp.), *Ciencias agrícolas y cultura científica en América Latina*, Buenos Aires, Prometeo Libros, pp. 97-118.
- Krimsky, S. (1991), *Biotechnics and society: the rise of industrial genetics*, Nueva York, Praeger.
- Larach, M. A. (2001), *El comercio de los productos transgénicos: el estado del debate internacional*, Santiago de Chile, Naciones Unidas-Cepal.
- Lefevre, W. (2005), "Science as labor", *Perspectives on Science*, 13, (2), pp. 194-225.
- Lesser, W. (1998), "Intellectual property rights and concentration in agricultural biotechnology", *AgBioForum*, 1, (2), pp. 56-61.
- Limagrain (2007), "Limagrain et l'Auvergne", À propos-les cahiers d'information de Limagrain, septiembre 2007.
- (2008a), *Rapport Annuel 2008*.
- (2008b), "Organismes génétiquement modifiés", À propos-les cahiers d'information de Limagrain, septiembre 2008.
- (2009), "Limagrain, le maïs et l'eau", À propos-les cahiers d'information de Limagrain, febrero 2009.
- Muñoz de Malajovich, M. A. (2006), *Biotecnología*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.

- Nesta, L. y L. Dibiaggio (2003), "Technology strategy and knowledge dynamics: the case of biotech", *Industry and Innovation*, 10, (3), pp. 329-347.
- Oehmke, J. F. (2001), "Biotechnology R&D races, industry structure, and public and private sector research orientation", *AgBioForum*, 4, (2), pp. 105-114.
- y C. A. Wolf (2003), "Measuring concentration in the biotechnology R&D industry: adjusting for interfirm transfer of genetic materials", *AgBioForum*, 6, (3), pp. 134-140.
- Patel, P. y K. Pavitt (1991), "Large firms in the production of the world's technology: an important case of 'Non-Globalisation'", *Journal of International Business Studies*, 22, (1), pp. 1-21.
- Pécresse, V. (2008), "Intervention de Valérie Pécresse, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Programme national de recherches sur les OGM". *Séminaire de restitution*, 27 y 28 de noviembre 2008, Museo nacional de historia natural, París.
- Pellegrini, P. (2009), "Knowledge, identity and ideology in stances on GMO's: the case of the Movimento Sem Terra in Brazil", *Science Studies*, 22, (1), pp. 44-63.
- Rabinow, P. (1996), *Making PCR: a story of biotechnology*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Sciences et Avenir (2008), "Ce moratoire est un désastre pour la recherche", entretien avec Marc Fellous", 1 de marzo de 2008.
- Thomas, H., M. Fressoli y D. Aguiar (2006), "Procesos de construcción de 'funhormocionamiento' de organismos animales genéticamente modificados: el caso de la vaca transgénica clonada (Argentina 1996-2006)", *Convergencia*, 13, (42), pp. 153-180.
- Toppan, A. (2002), "Une aide possible au développement: le maïs génétiquement modifié pour mieux tolérer la sécheresse", en Bizet, J. y D. Chevallier, *Actas del coloquio Quel avenir pour la recherche agronomique en France?*, 28 de marzo 2002, París, pp. 27-29.
- Trigo, E. J. y E. J. Cap (2006), *Diez años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina*, Buenos Aires, ArgenBio.
- Varela, L. y R. Bisang (2006), "Biotechnology in Argentine agriculture faces world-wide concentration", *Electronic journal of biotechnology*, 9, (3), pp. 227-231.
- Wright, S. (1994), *Molecular Politics: Developing American and British Regulatory Policy for Genetic Engineering, 1972-1982*, Chicago-Londres, University of Chicago Press.

Artículo recibido para su evaluación el 26 de mayo de 2010.

Aprobado para su publicación el 10 de septiembre de 2010.