

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA CONVERTIRSE EN UN INNOVADOR MUNDIAL EN RECURSOS NATURALES

EL CASO DE LAS EMPRESAS DE SEMILLAS EN ARGENTINA

ANABEL MARIN* Y LILIA STUBRIN**

1. Introducción

Tradicionalmente las actividades basadas en Recursos Naturales (RN) han sido consideradas de bajo nivel tecnológico, escasa actividad innovativa y limitada capacidad para crear vínculos con otros sectores, e incluso con capacidad para destruir otros sectores más dinámicos. En este sentido las actividades ligadas a los RN son entendidas como inferiores a las actividades manufactureras. Este hecho se refleja, por ejemplo, en las taxonomías industriales las cuales clasifican a las actividades vinculadas a los RN entre las de menor dinamismo tecnológico (OCDE, 1997; Lall, 2000; Katz y Stumpo, 2001).

Sin embargo, esta visión negativa de los RN está siendo cuestionada desde distintos ángulos. Un argumento, basado en ejemplos de países que han logrado crecer y desarrollarse con base en RN (Estados Unidos, Canadá o Noruega), sostiene que los RN siempre han brindado oportunidades para la innovación, el crecimiento y la generación de vínculos; pero que algunos países las han podido aprovechar alentando las instituciones adecuadas, mientras que otros no lo han logrado. La pregunta de investigación para explorar es: ¿cuáles son las instituciones que favorecen el uso de RN para alentar la innovación, la creación de vínculos y el desarrollo, y cuáles son las que limitan esta posibilidad? La literatura comprometida con estas ideas comúnmente utiliza estudios históricos para analizar esta pregunta (ver, entre otros, Acemoglu *et al.*, 2002, Stevens, 2005).

Otro argumento es que, aunque los RN siempre han brindado oportunidades para la innovación y crecimiento, cambios recientes en los patrones de demanda mundial y el surgimiento y rápido desarrollo de nuevas tecnologías (como la biotecnología, nanotecnología, la Tecnología de la Información y la Comunicación –TIC–) están generando

* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET)/ Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT) / Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), Callao 353, 3er piso B, Ciudad de Buenos Aires, Tel.: (5411) 4373-3714, a.i.marin@fund-cenit.org.ar.

** Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT)/ Universidad del Litoral (UNL), Callao 353, 3er piso B, Ciudad de Buenos Aires, Tel.: (5411) 4373-3714, lstubrin@fund-cenit.org.ar.

nuevas oportunidades para utilizar los RN en un sendero de desarrollo sostenido. Esta literatura promueve la necesidad de mayor investigación respecto a cuáles son estas nuevas oportunidades (Pérez, 2010; Marin *et al.*, en prensa). El argumento es que a pesar de ser importante e interesante entender el camino seguido por los países que lograron desarrollarse aprovechando su abundancia en RN, la historia en general no se repite y por lo tanto es crucial entender cuáles son las nuevas oportunidades que enfrentan hoy los países ricos en RN que aún no han logrado el desarrollo. En este artículo avanzamos en esta última dirección explorando el caso de la industria de semillas en Argentina.

Las semillas son un insumo clave para la producción agrícola, una actividad central en la mayoría de los países en desarrollo. Esta actividad ha experimentado cambios notorios en las últimas décadas que han generado nuevas oportunidades y nuevos desafíos para innovar en semillas. Por ejemplo, los modos en que se desarrollan y venden las semillas en el mercado han atravesado cambios masivos asociados a una demanda mundial cada vez más amplia y segmentada. Además, la base de conocimiento vinculada con el desarrollo de semillas se ha vuelto más variada y compleja debido a los avances en genética, biología molecular y bioinformática. Paralelamente, los regímenes de propiedad intelectual (PI) y las regulaciones internacionales de registro y bioseguridad, han generado nuevas reglas de juego en el mercado semillero. El mercado en sí mismo ha cambiado volviéndose más concentrado e internacionalizado. Grandes multinacionales de países centrales se han convertido en las principales proveedoras de semillas en todo el mundo. En los cultivos masivos, además, las semillas con modificaciones transgénicas van ganando mayores grados de difusión año a año.

Este cúmulo de cambios plantea un nuevo escenario para el desarrollo de la actividad semillera en países agrícolas con capacidades en el desarrollo de semillas como Argentina. Este país es un líder agrícola mundial con una larga historia en el desarrollo de semillas. La actividad local, tanto pública como privada, ha tenido una importancia sostenida en el último siglo. En este contexto resulta clave entender cómo las nuevas oportunidades y los nuevos desafíos de la industria semillera en general operan en este contexto particular. El caso nos permitirá conocer cómo este país está aprovechando las nuevas oportunidades creadas para la innovación en semillas y cómo ciertos desafíos cuestionan la capacidad de hacer uso de las nuevas oportunidades.

El artículo se estructura de la siguiente manera. Luego de esta introducción, en la segunda parte discutimos los principales cambios en la demanda y conocimiento que están abriendo nuevas oportunidades para la innovación en las actividades de RN en general. En la siguiente sección, utilizamos el caso de las semillas para analizar cómo están operando estos cambios en un caso concreto abriendo oportunidades para ciertos países en vías de desarrollo. En la última sección, analizamos el caso argentino. Finalmente, presentamos algunas reflexiones de política y planteos de posibles investigaciones futuras.

2. Nuevas oportunidades para la innovación en RN

Varios estudios han identificado recientemente un conjunto de cambios que estarían creando nuevas oportunidades para la innovación en las industrias de RN. Entre estos se destacan los siguientes: cambios en el volumen de la demanda, cambios en

los requerimientos de la demanda, cambios en ciencia y tecnología y cambios en el contexto del mercado internacional (Pérez, 2010; Marin *et al.*, en prensa). A continuación describimos sucintamente las principales características de estos cambios.

a) *Cambios en el volumen de demanda*: en los últimos años el crecimiento acelerado de algunos países asiáticos y la incorporación del llamado segundo mundo al sistema de mercado aceleraron el ritmo de crecimiento de la demanda de energía, alimentos y materias primas al punto de presionar los recursos al límite (Alexandratos y Bruinsma, 2012). Este crecimiento abrupto de la demanda, que se espera se sostenga en los años próximos, genera oportunidades para la innovación en RN, ya que la expansión de la producción solo puede provenir de un uso más eficiente y productivo de los recursos existentes (como tierra, minas o reservas acuíferas), la incorporación de nueva tierras a la producción o la exploración de nuevos yacimientos mineros; o el descubrimiento de nuevos usos de los recursos naturales (Andersen, 2012)¹. Todas las posibilidades exigen sin lugar a dudas de esfuerzos de innovación (para reducir costos, aumentar la producción, crear nuevos productos, etc)².

b) *Cambios en los requerimientos de la demanda*: en el mundo está creciendo la demanda por productos menos estandarizados, con mayores grados de variedad y de mayor calidad. Este fenómeno no solo aplica a la industria manufacturera, sino también crecientemente a productos basados en RN (algunos ejemplos son los vinos orgánicos, esencias aromáticas varias, tomates de distintos colores, madera de mayor calidad, etc.). La gran variedad de productos basados en RN ofrecidos actualmente en el mercado—para fines culinarios, cosméticos, de salud y/o decorativos—eran impensables hace dos o tres décadas cuando predominaba la estandarización, y las posibilidades de diferenciación en bienes basados en RN eran mínimas. Además, la amenaza del calentamiento global y otras preocupaciones ambientales y sociales también han generado nuevas demandas asociadas a productos y servicios basados en patrones más sustentables de explotación de RN que literalmente no existían en el pasado. Estos cambios en los patrones de demanda generan nuevas posibilidades de innovación y la posibilidad de creación de nuevos mercados de nicho (muchos de los llamados “precios *premium*”). Estos cambios plantean un serio desafío a la extendida *noción de commodity* para los productos basados en RN. Dentro de estos nichos, asimismo, la innovación no está vinculada estrictamente a la producción, sino también a los métodos de conservación (no tan necesarios para los productos industriales convencionales, pero claves para los basados en RN), la certificación (por ejemplo, la certificación orgánica) el *packaging*, la distribución, el posicionamiento de marca, etc.³

¹ La producción de caucho es un ejemplo. De acuerdo con Andersen (2012): “Los occidentales conocían el caucho del Amazonas desde siglos, pero recién cuando Charles Goodyear descubrió la “vulcanización” en 1839, el caucho se convirtió en un recurso (creación) dado que el descubrimiento hizo posible que este sirviera para satisfacer necesidades humanas. Luego, la producción de caucho de la región del Amazonas fue reemplazada por productores del Sudeste Asiático (obsolescencia/extensión), y ambas fueron luego reemplazadas por la producción de caucho sintético (obsolescencia/creación), desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial (Andersen, 2012: 307).

² Esta es una diferencia importante con la industria manufacturera en la que volúmenes crecientes generalmente implican menos costos y menores precios o una mayor rentabilidad por unidad (debido a economías de escala, incremento de la productividad o nuevas plantas con una mejor tecnología).

³ Resulta interesante que estas nuevas oportunidades no se limitan a los productores de RN, sino que también impactan en las industrias usuarias las que tienen que innovar a fin de atender la disponibilidad de una mayor variedad de productos (diversidad de sabores, texturas, tamaños, formas, composiciones, etc.).

c) *Cambios en Ciencia y Tecnología*: un cambio fundamental sucedido en las últimas décadas ha sido el avance fenomenal en tecnologías de la información y comunicación (TIC). Los avances en materia de comunicación al favorecer la comunicación y articulación de productores, proveedores y usuarios ubicados en distintos lugares del mundo, son claves para permitir que todas las nuevas oportunidades para la innovación se materialicen. Las innovaciones locales pueden alcanzar los mercados mundiales; las necesidades y demandas de usuarios preocupados por cuestiones muy específicas pueden ser atendidas desde distintos puntos del planeta; los lugares más remotos pueden insertarse en las cadenas globales de valor; los avances de conocimiento que se producen en un ámbito particular alcanzan rápidamente difusión global, etc. Otro cambio importante en las últimas décadas ha sido el surgimiento de nuevas tecnologías como la biotecnología y la nanotecnología, las cuales multiplican las posibilidades de diferenciación e innovación en las actividades relacionadas con los recursos naturales. Algunas innovaciones de relevancia basadas en avances biotecnológicos han sido, por ejemplo, el uso de la selección asistida por marcadores en el mejoramiento vegetal, el uso de bacterias en minería y el desarrollo de nuevas vacunas para ganado y peces. Con estas innovaciones la noción de “baja tecnología” asociada a los RN ya no es tan clara.

d) *Cambios en el contexto del mercado global*. Los cambios en la conducta de las empresas multinacionales (MNC) son un ejemplo ilustrativo de este tipo de cambios. En las últimas décadas, las MNC han cambiado su modo usual de actuar como un enclave (típico de las industrias extractivas) (Singer, 1950, 1975), hacia un modo más descentralizado de operar aprovechando las capacidades especializadas locales de los países donde instalan sus filiales (Marin, 2007; Marin y Arza, 2009; Cantwell, 1995, 2001; Kogut, 2002; Duning, 1994; Cantwell y Sanna-Randaccio, 1993). Estos cambios pueden favorecer la generación de capacidades y la innovación en los países en desarrollo ricos en RN. Otros cambios están vinculados a las regulaciones (medioambientales, de bioseguridad, de comercio, de PI) las que pueden beneficiar la innovación asociada a los RN.

La mayor preocupación por la presión ambiental y el cambio climático es otro cambio de gran envergadura, ya que está implicando nuevas regulaciones y estándares mundiales. Además, genera una demanda de nuevos productos y el rediseño de los existentes, cambios de proceso hacia métodos menos contaminantes, la reducción de residuos industriales, el recorte de consumo de energía, etcétera.

La literatura ha especulado acerca de cómo todos estos cambios están abriendo nuevas oportunidades en general para los RN, ilustrando con algunos casos (ver: Pérez, 2010; Marin *et al.* (en prensa); Kaplinsky, 2009). En este trabajo utilizamos el caso de semillas para analizar cómo estos cambios están afectando una actividad de RN en particular. Las semillas son un caso ejemplar. Primero porque pasaron en los últimos años, justamente en asociación con los cambios en demanda y de conocimiento analizados, como veremos, de ser bienes cuasi naturales públicos a ser bienes privados, al menos las semillas de uso comercial, con un alto contenido de conocimiento y tecnología. Segundo, porque el sendero tecnológico en esta industria no está claramente definido, lo cual abre oportunidades para las empresas de los países en desarrollo para entrar en este mercado en mejores condiciones (ver apartado “Alternativas tecnológicas para mejorar semillas”). Esto se debe fundamentalmente a la combinación de dos factores. Primero, debido al avance del conocimiento científico en diversas bases de conocimiento vinculadas a las semillas, tales como la genómica

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR SEMILLAS

En la actualidad se utilizan tres tecnologías para desarrollar innovaciones en semillas. El *cruzamiento* consiste en elegir, de la variación genética existente, las plantas individuales que contienen rasgos deseables, cruzarlas, y luego seleccionar las características deseadas; la *mutagénesis* involucra forzar variación genética dentro una misma especie en la búsqueda de rasgos deseados; y la *ingeniería genética*, la que es utilizada para identificar secuencias de genes (que codifican para ciertos rasgos deseables) y transferirlos en las variedades de plantas existentes. Cuando los genes son de otras especies se llama transgénesis.

La ingeniería genética se publicita frecuentemente como la más sofisticada y avanzada de las tecnologías existentes para mejorar semillas. Sin embargo, las tres tecnologías pueden llevarse adelante con un alto nivel de control de los procesos y eficiencia, utilizando herramientas de la biología molecular (como los marcadores moleculares). Además las tres sirven para desarrollar nuevas características (llamadas *traits*), demandadas por los productores agropecuarios y de alto impacto. Hasta ahora, y a pesar de las grandes expectativas, las únicas innovaciones hechas con transgénesis que han alcanzado los mercados, son solo de dos tipos: resistencia a herbicidas y resistencia a insectos. Todas las otras innovaciones que llegan al mercado año a año, se realizan por cruzamiento o mutagénesis. Por ejemplo, los tan demandados aumentos en productividad, solo pueden obtenerse por cruzamiento ya que dependen de una multiplicación de genes interactuando.

y la biología molecular, las cuales abren permanentemente nuevas posibilidades de innovación en semillas. Segundo, debido a las cambiantes y diversas actitudes de los consumidores y los cambios en las regulaciones sobre las nuevas tecnologías que se utilizan en el desarrollo de semillas (como es el caso de la ingeniería genética), que están tornando difícil predecir qué tecnologías serán aceptadas por el mercado y permitidas por los entes regulatorios en el mediano-largo plazo. Profundizaremos sobre estas cuestiones en las próximas secciones.

En las dos secciones siguientes, analizaremos primero los principales cambios y las nuevas oportunidades para la innovación de las semillas en países en desarrollo y luego describiremos algunos de los principales desafíos que pueden enfrentar los países para alentar la industria de semillas local, en base al caso de Argentina, líder agrícola mundial con una larga historia en el desarrollo de semillas.

3. El caso de las semillas

En perspectiva histórica el surgimiento y desarrollo de la industria de semillas puede explicarse por un conjunto de cambios que han acontecido durante décadas (y aún acontecen) vinculados con la demanda, la tecnología y las instituciones relacionadas con las semillas.

En rigor, las semillas fueron históricamente bienes públicos. Ello se explica porque durante un tiempo largo las inversiones en la mejora de semillas eran difíciles de

recuperar, y los agricultores hacían uso de las mismas sin pagar por ellas⁴. El mejoramiento de semillas consistía típicamente en la elección de las mejores variedades (vía observación de sus características fenotípicas) y en adaptaciones al medio ambiente cambiante (por ejemplo, a una peste), utilizando la técnica de cruzamiento de variedades. Las mejoras las realizaban primero solo los mismos agricultores, y luego también las instituciones públicas. Las empresas no participaban, o participaban poco de la actividad. No había un mercado o una industria de semillas desarrollada tal como la conocemos hoy. No obstante, esta situación cambió drásticamente en las últimas décadas. Primero, durante la Revolución Verde, irrumpieron los híbridos para algunos cultivos (por ejemplo, el maíz), los cuales pierden sus nuevos atributos (por ejemplo, resistencia a una enfermedad) en la segunda generación⁵. Los híbridos atrajeron el interés de las compañías privadas en el desarrollo de semillas, y ello fue creando un mercado para las mismas⁶. Segundo, con el avance del conocimiento en las áreas de genética y biología molecular, y las posibilidades de apropiación privada de plantas a través de derechos de propiedad intelectual (DPI), el interés de las compañías fue en aumento y el mercado de semillas se volvió más concentrado.

En el resto de esta sección analizamos más en detalle los recientes cambios experimentados en las posibilidades de innovación en las semillas, asociados a los cambios en la demanda mundial, los avances de la ciencia y la tecnología y los cambios en las regulaciones mundiales y el mercado mundial.

3.1. Nuevas oportunidades para la innovación en las semillas

a) Cambios en el volumen de la demanda

Se espera que la demanda de productos agrícolas crezca constantemente en las próximas décadas. Esta tendencia se explica fundamentalmente por el aumento esperado de la población⁷ y por una creciente demanda de energía (FAO, 2009). En particular, se proyecta que la demanda de cereales (solo para uso alimenticio y de abono para animales) crecerá en 1.000 millones de toneladas (en la actualidad representa casi 2.000 millones de toneladas). Estas estimaciones pueden aún corregirse al alza, dependiendo de los cambios en el mercado de biocombustibles. Por ende resulta crucial que la producción agrícola, la mayor parte de la cual tiene lugar en los países en desarrollo, responda a esta demanda creciente. En este contexto, las

⁴ Hasta hace no mucho, las semillas eran bienes cuasi-naturales (i.e. aunque modificados por el hombre, provistos por la naturaleza), y bienes cuasi públicos (ya que aunque excluyentes en un principio, estaban disponibles para usos sucesivos, sin tener que pagar). Como lo hicieron por miles de años, durante toda la historia de la agricultura, por lo tanto, los agricultores eran capaces de volver a utilizar las semillas sin pagar por estas o pedir permiso para hacerlo.

⁵ A esta peculiaridad se le llama la segregación del híbrido ("no se reproduce en la semilla hija las características de la planta madre"). Por lo tanto, en el caso de variedades de híbridos la apropiabilidad de los retornos de la innovación está asegurada por la propia biología reproductiva de esta. El agricultor deberá comprar semilla cada año para preservar la calidad y el rendimiento de su producción.

⁶ El desarrollo de semillas híbridas ayuda a las compañías a recuperar los costos de investigación y desarrollo debido a que, contrariamente a las semillas polinizadas abiertamente, los agricultores necesitan adquirir nuevas semillas híbridas cada estación con el fin de mantener los rasgos de la semilla original. Típicas semillas híbridas son las de maíz y girasol.

⁷ Se espera que la población mundial crezca más de un tercio, o 2,3 mil millones de personas, entre 2009 y 2050. Se prevé que casi todo este crecimiento tendrá lugar en los países en desarrollo (FAO, 2009).

semillas aparecen como un insumo clave y estratégico. Se sabe que mejorar la calidad de las semillas es uno de los modos más económicos y eficientes de incrementar la productividad agrícola (FAO, 2006)⁸. Algunos estudios indican que una proporción sustancial (que varía de 50% a 90%) de los incrementos en los rindes de los cultivos se debe a semillas mejoradas genéticamente (otras causas son la difusión de mejores prácticas agronómicas, o la combinación de ambos factores) (Santos *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2004; Schnepf *et al.*, 2001; Spetch y Williams, 1984; Brunis M., 2009).

Asimismo, se espera que casi toda la expansión de la superficie cultivada en los países en desarrollo tenga lugar en África Subsahariana y América Latina. Mucha de esta tierra, no en uso todavía para agricultura, es menos productiva, padece adversas condiciones agroecológicas y es también vulnerable a enfermedades locales y malezas. Por lo tanto, la innovación en semillas mejoradas y adaptadas a las características locales será clave para viabilizar económicamente la producción de los cultivos en nuevos territorios.

Además, la continua modificación del ambiente (por ejemplo debido a la evolución de la resistencia a enfermedades o los efectos de los cambios climáticos) incluso en territorios que son actualmente utilizados para la producción agrícola, origina una demanda permanente por semillas nuevas y mejoradas para mantener o lograr mayores niveles de producción agrícola. Por ejemplo, la disminución en las precipitaciones en África demandó la creación de mejores semillas resistentes a la sequía (Brunis, 2009). El efecto de patógenos e insectos también exige continuos esfuerzos de fitomejora ya que, según datos de FAO, la pérdida mundial anual debido a patógenos asciende en la actualidad aproximadamente a 85.000 millones de dólares estadounidenses, y por insectos, a 46.000 millones de dólares estadounidenses.

En resumen, son numerosas las posibilidades que se abren para la actividad de innovación en semillas a fin de responder a la creciente demanda por productos agrícolas y a las condiciones cambiantes de los suelos y el clima.

b) Cambios en las exigencias de la demanda

Un cambio importante que se está también produciendo en el mercado de semillas es que los agricultores se están tornando más específicos y exigentes en la demanda de insumos (Kanungwe, 2009). Para algunos cultivos importantes (tales como soja y maíz), estos no solo demandan semillas que provean de mayores niveles de rendimiento año a año, sino también semillas que den servicios específicos (por ejemplo, resistencia a herbicidas e insectos) los cuales les faciliten el manejo en el campo y les permitan reducir costos. Algunos recientes ejemplos de semillas mejoradas que permitieron simplificar el proceso productivo pueden encontrarse en soja, repollitos de Bruselas y remolacha azucarera. La soja transgénica resistente al herbicida glifosato (comúnmente conocida como soja RR) permitió reducir el número de herbicidas para combatir las malezas, los híbridos de repollito de Bruselas poseen un tiempo de maduración y tamaño uniformes que los hace adecuados para la utilización de máquinas cosechadoras y las variedades de remolacha azucarera *monogermen* permiten un cultivo absolutamente mecanizado (Burnis, 2009).

Aunque aún más marginal, pero en crecimiento, es la demanda por productos más amigables con el medio ambiente y más saludables. Estos cambios en la

⁸ "Producing quality seeds means quality yields" (FAO), obtenido de <http://www.fao.org/in-action/producing-quality-seeds-means-quality-yields/en/>.

demanda, entre otros, originaron un mercado de precios *premium* para las semillas orgánicas y no modificadas genéticamente (por ejemplo, algodón orgánico con una mejor calidad de fibra y rinde –Organic Cotton Association, 2014). Además, ciertas innovaciones recientes en semillas se orientaron a satisfacer necesidades relacionadas con la salud. Algunos ejemplos son los tomates genéticamente modificados con altos niveles de antioxidantes que podrían evitar ciertos males, tales como cáncer, ataques cardíacos y enfermedades degenerativas (desarrollados en la Universidad del Estado de Oregon y otra variedad en la Universidad de San Pablo); una nueva variedad de brócoli conocida como Beneforté, desarrollada en el Institute of Food Research y el John Innes Center que contiene de dos a tres veces el nivel del fitonutriente glucorafanina que las variedades comerciales; y variedades de arroz con mayores niveles de betacaroteno (denominado “arroz dorado”) que podría ayudar a aquellos afectados con deficiencia de vitamina A. La satisfacción de este tipo de demanda más específicas y sofisticadas está íntimamente ligada al avance en las bases de conocimiento relacionadas al desarrollo de semillas. Seguidamente analizamos con más detalle los cambios en ciencia y tecnología que afectan positivamente las posibilidades de innovación en semillas.

c) Cambios en Ciencia y Tecnología

Hasta el siglo XX, las mejoras de las semillas dependían casi exclusivamente de un proceso de ensayo y error a través del cual se seleccionaban las plantas con rasgos deseables en base a su observación (“selección por fenotipo”) (por ej., la apariencia externa y el desempeño de la planta). Luego las mejores plantas se cruzaban unas con otras. Este método, en gran parte dependía del conocimiento tácito de quien realizaba la selección y el cruzamiento (en principio los propios agricultores, luego los agrónomos).

Sin embargo, en las últimas décadas ocurrieron avances sustantivos en áreas de conocimiento relacionadas a la actividad de mejoramiento de semillas (por ejemplo en biología molecular) que abrieron nuevas oportunidades para mejorar el proceso de innovación en semillas y lograr otras innovaciones.

Por ejemplo, avances en los campos de la biología molecular y la biotecnología en general, permitieron, entre otros: a) complementar la “selección por fenotipo” tradicional con información genética (“selección por genotipo”) tornando el proceso de selección más preciso y eficiente, y b) explorar nuevos modos de modificación de semillas utilizando manipulación genética dentro de las mismas especies o entre diferentes especies. A continuación resumimos sucintamente cada una de estas posibilidades.

La aplicación de biotecnología moderna a la mejora de semillas permite contar con información acerca de la estructura genética de las plantas. De este modo, el proceso de mejoramiento por cruzamiento puede verse significativamente beneficiado por la combinación de la “selección por fenotipo” (con base en las características observables de las plantas) y la “selección por genotipo” (con base en información genética de las plantas). Entre las ventajas que provee contar con información acerca del genotipo de las plantas es que los fitomejoradores pueden prever y conocer las características que posee la planta (como su longitud, su resistencia a ciertas plagas o enfermedades, etc.) sin necesidad de esperar hasta que esta se haya desarrollado plenamente (lo que puede llevar varios años). El método clásico de cruzamiento, favorecido por el uso de herramientas genéticas, ha sido muy exitoso en el desarrollo

de variedades de semillas resistentes a altas temperaturas, a sequía, inundaciones y enfermedades en cultivos como porotos, maíz, arroz, soja o trigo⁹.

El uso de tecnología de ingeniería genética brinda otro nuevo camino de innovación en semillas. Esta tecnología puede ser utilizada para identificar, aislar y transferir secuencias genéticas a una planta con el propósito de brindar variedades de semillas con características que originalmente no tenían, tal como la resistencia a un herbicida en particular. Cuando la ingeniería genética implica la transferencia de secuencia de genes de una especie a otra (por ej., utilizando genes de una bacteria para modificar las variedades de soja), las variedades de plantas obtenidas son conocidas como *plantas transgénicas*. Los cultivos modificados por tecnologías de ingeniería genética son la soja, el maíz y el algodón. Los eventos transgénicos aplicados a estos cultivos que se comercializaron en el mundo permitieron otorgar a las plantas resistencia a insectos, herbicidas y enfermedades. Es importante resaltar que el uso de la ingeniería genética para producir nuevas plantas transgénicas generó grandes expectativas acerca de sus logros potenciales, creando incentivos para inversiones masivas en este tipo de innovaciones.

d) Cambios en el contexto del mercado internacional

Algunos cambios importantes en el mercado y en las regulaciones mundiales también generaron modificaciones en las oportunidades de innovación en semillas. El primer y más importante de estos cambios es el de las regulaciones de derecho de propiedad intelectual (DPI) que afectan las posibilidades de apropiación privada de las mismas. El segundo son los cambios relacionados con la estructura del mercado internacional de semillas. El tercero y último cambio que vamos a analizar, son los cambios en las actitudes del consumidor hacia las distintas tecnologías disponibles para el mejoramiento de las semillas. A continuación resumimos brevemente cada uno de los mismos.

- Regulaciones de DPI

En los últimos años se han difundido globalmente derechos de propiedad intelectual sobre variedades vegetales cada vez más fuertes. Los Derechos de Obtentor (DOV) que primero se introdujeron en Estados Unidos en 1930 para variedades vegetales mejoradas otorgaban a los mejoradores de plantas un nivel de protección relativamente "débil", en comparación con los derechos que otorgaban las patentes a una invención en otras áreas. Estos conferían a los llamados fitomejoradores u obtentores el derecho a explotar comercialmente sus nuevas variedades, pero no el derecho a evitar que los agricultores replantaran sus semillas (con base en un derecho conocido como el "privilegio del agricultor")¹⁰ y que otros mejoradores utilizaran las nuevas

⁹ Solo a modo de ejemplo, algunos investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México desarrollaron una nueva variedad de trigo más resistente a la roya (una enfermedad), que le permitirá a los productores reducir el uso de fungicidas. Otro ejemplo es el del Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI, en sus siglas en inglés) donde los científicos desarrollaron una variedad de arroz no modificada genéticamente (a través de selección asistida por marcadores) con alta tolerancia a la inmersión y adaptada a diferentes áreas propensas a las inundaciones de Laos, Bangladesh e India.

¹⁰ El "privilegio del agricultor" reconoce el agricultor no solo como productor sino como consumidor. Por lo tanto, este posee el derecho de decidir cuánta semilla guardará cada año para utilizar en posteriores cosechas.

variedades como material para futuras cruces y semillas (con base en la “excepción del fitomejorador”)¹¹. Esta situación cambió, sin embargo, en 1980, cuando la corte de Estados Unidos, luego de más de 100 años contra el patentamiento de organismos vivos, les dio el beneficio a las grandes compañías semilleras de este país, que venían luchando y presionando por un sistema que limitara estos privilegios y exenciones, de poder patentar ciertas partes de los organismos vivos. El argumento fue que los organismos vivos –como cualquier otro proceso de manufactura– son patentables –al menos en partes, para quien descubra que estas partes tienen una aplicación nueva y útil (ver Chakrabarty, Disputa de Diamante). Inicialmente esto solo fue para las construcciones genéticas, pero luego para el patentamiento de toda la planta.

Las patentes les brindaron a las empresas varios derechos nuevos sobre las plantas que registraran bajo este régimen. El dueño de las patentes, a diferencia de los que protegen sus invenciones vía DOV, tiene el derecho de: (i) evitar que se respeten el “privilegio del agricultor” y la “excepción de fitomejorador”, (ii) proteger un nuevo rasgo o característica (por ej. resistencia al glifosato) en muchas variedades de semillas y (iii) evitar que se utilicen generaciones futuras de semillas si la patente cubre un rasgo que pasa de una generación a la siguiente.

Aunque la Oficina Europea de Patentes no permite el patentamiento de plantas, la posibilidad de patentar genes y secuencia de genes y su inserción en variedades vegetales existentes implica de hecho un patentamiento de toda la variedad. En el resto del mundo, con algunas excepciones (Australia, Japón y Corea), no se acepta el patentamiento de genes de plantas o plantas, pero se ha adoptado una legislación parecida a la europea. En efecto, hasta los años 90, contar con legislación de PI sobre variedades vegetales, era una característica casi exclusiva de países desarrollados¹². Sin embargo, esta situación cambió drásticamente en 1994 cuando los países firmantes de la Ronda Uruguay del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y el Comercio (GATT en su sigla en inglés) se vieron obligados a firmar el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC). El acuerdo AdPIC otorgó un nuevo standard internacional a la protección de la PI –significativamente mayor que la vigente hasta el momento–. En particular el artículo 27(3) b contenía la obligación de brindar cierta forma de protección para variedades de plantas, ya sea por patentes o por un sistema *sui generis* efectivo o mediante una combinación de ambos. El sistema *sui generis* más difundido en los países para la protección de plantas es el Acuerdo UPOV¹³. Existen dos sistemas vigentes actualmente: UPOV 1978 y UPOV 1991. El último es más similar al sistema de patentes¹⁴. Entre los países en desarrollo todavía predomina UPOV 1978, sin embargo

¹¹ La “excepción al fitomejorador” establece que ser dueño o propietario de una variedad vegetal no da derecho a impedir que terceros la utilicen para crear nuevas variedades de plantas, que luego podrán ser sujeto de un derecho de propiedad a favor de su creador sin la necesidad del previo consentimiento del propietario de la variedad original.

¹² Estados Unidos lideró este hecho introduciendo en 1930 la Ley de Patentes de Plantas mientras que otros países de la OCDE –principalmente países de Europa Occidental– en 1961 adoptaron la legislación PVP bajo los auspicios del Convenio Internacional para la Protección de Nuevas Variedades Vegetales (UPOV).

¹³ La Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas, conocida como UPOV es una organización internacional establecida por la Convención Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas, conocida como la Convención UPOV adoptada en París en 1961.

¹⁴ La Convención fue revisada en 1972, 1978 y 1991. Las últimas dos revisiones, “Actas” como se las conoce, se encuentran vigentes actualmente. Los países firmantes del acuerdo UPOV deben poseer

existe enorme presión por parte de los países avanzados y las empresas MNC para que se muevan en la dirección de UPOV 1991. El argumento es que este sistema, al favorecer la apropiación, favorecerá también la innovación. Sin embargo, debemos resaltar que de modo similar a la evidencia existente para la protección por patentes en el mundo industrial, la evidencia no es conclusiva respecto a los efectos de los DOV sobre la actividad de innovación (Tripp *et al.*, 1997; Gutiérrez y Penna, 2004).

- Concentración en el mercado mundial de eventos transgénicos

Como resultado de los significativos cambios en la base de conocimiento, la tecnología y las regulaciones de DPI, la industria de las semillas ha venido experimentando un proceso de concentración a nivel mundial en un reducido número de MNC, las cuales han logrado explotar las nuevas oportunidades generadas por el avance del conocimiento a partir de la transformación de las plantas por métodos de ingeniería genética (Fernandez-Cornejo *et al.* 2002; Fernandez-Cornejo, 2004; Schenkelaars P. *et al.*, 2011). El mercado de eventos transgénicos está totalmente dominado por seis empresas MNC, llamadas los “Gigantes de los Genes” (Monsanto, Syngenta, BASF, Bayer, BASF y Dupont), las que controlan el 66% del mercado mundial y el 84% de las patentes (82% de las semillas están patentadas). La mayoría de estas MNC tienen sus orígenes en la industria farmacéutica, química o alimentaria e ingresaron en el negocio de las semillas (en gran parte adquiriendo firmas semilleros más pequeñas)¹⁵. Estas empresas poseen el tamaño y los recursos para enfrentar las grandes inversiones en I+D destinadas a identificar y aislar genes que pueden ser usados para desarrollar semillas transgénicas, y, aún más importante, puede afrontar el costo de las regulaciones y aprobaciones necesarias para la comercialización de semillas genéticamente modificadas¹⁶.

Las instituciones públicas y las semilleras locales en países en desarrollo, sin embargo, aún tienen un papel importante que jugar en este mercado y pueden aprovechar las oportunidades de innovación que se presentan (al menos en parte). En primer lugar porque no todas las innovaciones demandadas son o pueden realizarse vía ingeniería genética; en segundo lugar, porque no todos los mercados aceptan transgénicos (por ejemplo el mercado europeo) y; en tercer lugar porque los eventos transgénicos (introducidos a través de ingeniería genética), adquieren mayor valor cuando son introducidos en semillas bien adaptadas a las condiciones ecológicas

una legislación protectora de variedades vegetales con ciertas características básicas. Las dos versiones de UPOV actualmente en vigencia exigen las mismas condiciones para otorgar protección (una variedad vegetal distinta de las variedades existentes y que sea uniforme, estable e única). Sin embargo, UPOV 1978 reconoce “el privilegio del agricultor” y la “excepción del fitomejorador”, mientras que UPOV 1991 es más similar al sistema de patentes. UPOV 1991 otorga protección a todos los aspectos de la producción y reproducción de variedades vegetales (por ende elimina el “privilegio del agricultor”) y limita la “excepción del fitomejorador” a “variedades no esencialmente derivadas” (variedades que abarcan propiedades de otras variedades protegidas pero que tienen cambios de relevancia).

¹⁵ En los años 70, por ejemplo, 50 empresas de semillas fueron adquiridas por MNC. Ciba Geigy, una empresa química (ahora parte de Syngenta), adquirió 4 compañías de semillas, y Sandoz, una empresa farmacéutica, adquirió 2 compañías de semillas (Fernando-Cornejo *et al.*, 2002).

¹⁶ Los costos regulatorios para introducir cultivos genéticamente modificados con transgenes en el mercado pueden variar de 15 a 180 millones de dólares estadounidenses. De la misma manera, los costos de cumplimiento regulatorio estimados para las aprobaciones de semillas modificadas genéticamente varían de 10 a 110 millones de dólares estadounidenses (Schenkelaars *et al.*, 2011).

específicas de un lugar determinando. En los últimos años, por lo tanto, se ha producido una clara división de trabajo en el mercado de semillas. Por un lado, las grandes MNC, utilizando tecnologías de ingeniería genética, desarrollan y comercializan eventos transgénicos (por ej., resistencia a herbicidas) que pueden patentarse, y las empresas

DATOS Y METODOLOGÍA

El análisis empírico del caso de la industria de semillas Argentina se basa en documentos y artículos científicos y sectoriales, en datos recolectados mediante entrevistas a empresas de semillas (Don Mario, Nidera, Bioceres, ACA y Santa Rosa) e investigadores del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), y en datos estadísticos (de producción agrícola y tierra cultivada) obtenidos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina (<http://www.siiia.gov.ar/>).

El indicador de innovación utilizado son las semillas registradas en el Registro Nacional de Cultivares (RNC) (www.inase.gov.ar). Estos registros son un buen indicador de innovación ya que toda nueva variedad vegetal registrada en el RNC tiene que ser nueva y distinta de todas las demás variedades registradas y comercializadas existentes. El RNC es un registro público, de carácter obligatorio, elaborado por el Instituto Nacional de Semillas (INASE).

El RNC registra todas las variedades vegetales habilitadas para ser comercializadas en Argentina. La mayoría de estas variedades, en el caso de cultivos de polinización abierta como soja y trigo, son también registradas en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC). Este último contiene el registro de todas las variedades vegetales protegidas por DOV en Argentina.

Datos sobre las semillas efectivamente comercializadas, y datos de mercado en general, fueron obtenidos de los rótulos de variedades. Estos son otorgados a las empresas en función de la cantidad de bolsas de semilla por variedad que estiman vender. Los datos fueron provistos por la Asociación Argentina de Protección de las Obtenciones Vegetales (ArPOV) (www.arpov.org.ar).

Utilizamos dos estudios de caso para analizar las estrategias de las firmas semilleras locales. Los casos estudiados fueron las empresas Don Mario y Bioceres. Don Mario es una empresa argentina que se define a sí misma como una "proveedora de genética". Esta empresa, focalizada en soja, posee su propio programa de mejoramiento y utiliza conocimiento de la moderna biotecnología para desarrollar variedades bien adaptadas a los diferentes ambientes agroecológicos. Actualmente la firma posee alrededor del 20 por ciento del mercado argentino y 25 por ciento del mercado latinoamericano de semillas de soja. En los últimos años se ha internacionalizado, abriendo sucursales en Brasil, Bolivia, Uruguay, Paraguay y Estados Unidos. En Brasil, su subsidiaria Brasmax, es la empresa líder en semillas de soja.

El otro caso de estudio, Bioceres, es una empresa pequeña intensiva en IyD, la cual se encuentra estrechamente vinculada, mediante diversos tipos de convenios, con el sistema de investigación público local. La empresa está fundamentalmente focalizada en el negocio de los genes. Uno de sus objetivos principales es el desarrollo de cultivos transgénicos que permitan resolver problemas agrícolas del país (y del mundo). La empresa posee tres patentes en Estados Unidos y exporta tecnología a empresas trasnacionales.

e instituciones domésticas en los países en desarrollo, utilizando tecnologías como el cruzamiento asistido por herramientas de la biología molecular o mutagénesis, se especializan en gran parte en el desarrollo de mejoras en germoplasma que satisfacen las múltiples y cambiantes demandas de los agricultores, las cuales no pueden ser satisfechas con una tecnología tan cara como la transgénesis¹⁷.

No obstante, la presencia de pequeñas y medianas empresas de semillas e instituciones locales en países en desarrollo, como discutiremos en la próxima sección, que son cruciales para brindar adaptación local, diversificación y competencia de mercado, se ven amenazadas por diversos factores: la tendencia del mercado de semillas a concentrarse aún más, el desequilibrio existente entre los niveles de protección de los DPI que reciben los eventos de ingeniería genética y las mejoras de germoplasma en ciertos países (fundamentalmente en los países en desarrollo), la tendencia de los hacedores de política a respaldar y alentar la tecnología de ingeniería genética debido, en general, a las expectativas positivas a futuro que esta tecnología genera, y la posibilidad de que las pequeñas compañías de semillas propietarias de los germoplasmas locales sean adquiridas por las grandes MNC, lo que profundizaría el nivel de concentración en el mercado e incrementaría el riesgo de pérdida de diversidad genética en los países en desarrollo.

- Actitudes del consumidor hacia las tecnologías de modificación genética

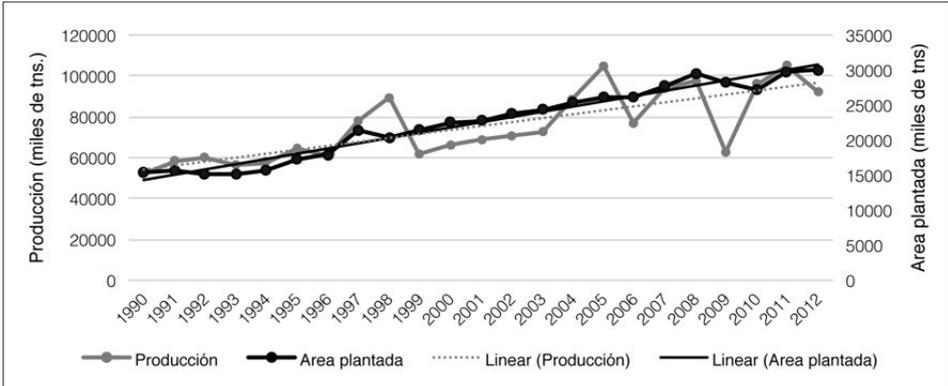
Las tecnologías de ingeniería genética en general son bien aceptadas para la producción de cultivos destinados a alimentación de animales o biocombustibles. Sin embargo, en gran parte del mundo, se observan resistencias por parte de la población a consumir alimentos producidos con estas tecnologías. Los estudios indican que las tecnologías de modificación genética son las más rechazadas en el mundo luego de las tecnologías nucleares, fundamentalmente por los posibles efectos que estas podrían causar sobre la salud y el medio ambiente. Además, las regulaciones de bioseguridad para llevar al mercado alimentos modificados por ingeniería genética son muy difíciles y costosas de cumplir. Esto plantea un desafío para las pequeñas y medianas empresas, e incluso para las instituciones públicas, para ingresar al negocio de eventos transgénicos. Pero, por otro lado, presenta una oportunidad para innovar con otras tecnologías alternativas a la ingeniería genética, en las cuales las empresas e instituciones públicas de los países en desarrollo poseen sus mayores capacidades.

4. Aprovechando las nuevas oportunidades, pero enfrentando nuevos desafíos: la innovación en semillas en Argentina

En esta sección mostraremos cómo ciertas empresas aprovecharon las nuevas oportunidades creadas para la innovación en semillas en el mundo en desarrollo utilizando el caso de Argentina, y cómo ciertos desafíos nuevos están cuestionando la capacidad de aprovechar las nuevas oportunidades (ver apartado Datos y Metodología).

¹⁷ Es importante resaltar que una barrera crucial que impide que las pequeñas firmas domésticas o los institutos de investigación compitan en el desarrollo de eventos transgénicos reside en los altos costos de patentamiento y desregulación de los eventos transgénicos, que se calcula representan 10 veces el costo del desarrollo del evento.

GRÁFICO 1
Argentina: Evolución de la producción agrícola y el área plantada de cultivos industriales (soja, maíz, girasol y trigo) (1990-2012)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Ministerio de Agricultura, Argentina.

4.1. *Aprovechando las nuevas oportunidades*

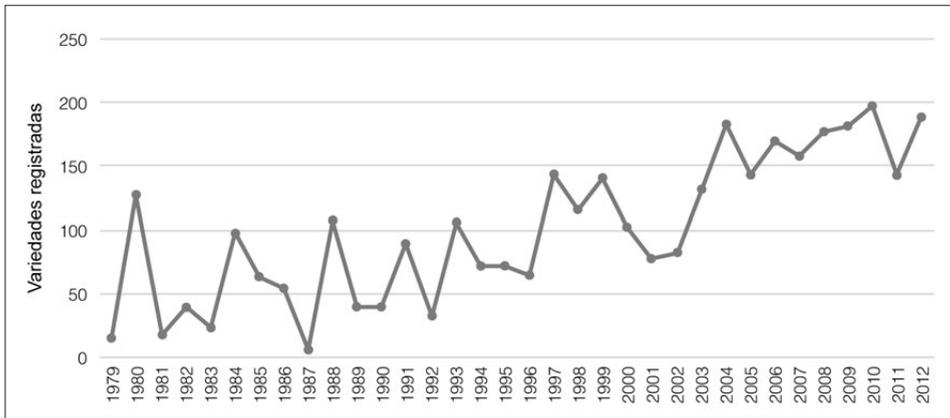
Argentina es un país líder mundial en producción agrícola y ha sido pionero en la adopción de insumos de alta tecnología en este sector. Recientemente expandió la producción agrícola masivamente mediante la incorporación de nuevas tierras y la intensificación en el uso de insumos de alta tecnología (ver gráfico 1).

Junto a esta expansión, la tasa de innovación en semillas creció muy significativamente en ese país. El gráfico 2 muestra el incremento en la tasa de innovación de cuatro de los cultivos industriales más importantes (soja, maíz, girasol y trigo) medido por la cantidad de nuevas variedades vegetales registradas en el Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares (RNC). Los registros se incrementaron de aproximadamente 60 variedades nuevas por año en la década del 80 a alrededor de 160 en la última década.

Un fenómeno importante que caracterizó al mercado de semillas argentino durante la expansión de la producción y la actividad innovativa, fue la difusión de eventos transgénicos. Entre 1998 y 2013, se aprobaron 29 eventos transgénicos en Argentina. Estos otorgan a las semillas de soja y maíz resistencia a tres tipos de herbicidas (Glifosato, Imidazolinona o Glufosinate ammonium) y resistencia a 2 tipos de insectos (Lepidoptera o Coleoptera) y la combinación de algunos de ellos (los denominados "eventos apilados"). Estas características fueron incorporadas a variedades locales y difundidas masivamente. Como resultado de la difusión de estos eventos transgénicos, Argentina, con un área plantada de 24,4 millones de hectáreas, es actualmente el tercer productor mundial de cultivos modificados genéticamente (Clive, 2103).

Debido a que estos eventos fueron desarrollados por unas pocas MNC, muchos analistas han argumentado que estas empresas han sido las que lideraron el proceso de innovación en semillas (Bisang, 2003; Trigo, 2011). Sin embargo, un análisis cuidadoso de los datos muestra una situación algo distinta. Si observamos,

GRÁFICO 2
Innovación en semillas en Argentina (soja, trigo, maíz y girasol) (1979-2013)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de INASE.

por ejemplo, el número de variedades de plantas registradas en el RNC para los principales cultivos en Argentina entre 1997 y 2013, notamos que las primeras dos firmas que registraron más variedades son argentinas (Nidera y Don Mario); dentro de las primeras cinco compañías tres son argentinas (Nidera, Don Mario y ACA) y, dentro de las primeras diez, cinco son argentinas (Nidera, Don Mario, ACA, Klein y Bioceres). Las compañías argentinas, en rigor, representaron aproximadamente el 65% de las nuevas variedades registradas y autorizadas para su comercialización en el periodo analizado (Ver cuadro 1).

Además, si consideramos, para el caso de soja, el conjunto de variedades vegetales registradas en el RNC que han sido exitosas en el mercado en el período 1996-2013 observamos también la importante presencia de empresas domésticas¹⁸. Durante ese período 285 variedades vegetales han sido exitosas. El gráfico 3 muestra que el 64% de dichas variedades (184 variedades) han sido desarrolladas por empresas domésticas¹⁹. A estas se suman otro 16% de las variedades que fueron desarrolladas por otras empresas domésticas que hoy se encuentran en manos extranjeras (47 variedades). Si consideramos ambos tipos de empresas, estas explican el 81 por ciento del total de variedades exitosas. Del 19% restante, la mayor parte de las semillas exitosas han sido desarrolladas por MNC (13% equivalente a 39 variedades), mientras que las instituciones públicas (fundamentalmente el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA–) explican un porcentaje muy menor (5 por ciento, 15 variedades).

¹⁸ De acuerdo con entrevistas realizadas con informantes claves del sector semillero, una semilla es exitosa cuando ha permanecido en el mercado al menos 5 años.

¹⁹ Entre las empresas domésticas se considera a Nidera, una empresa de capitales argentinos, holandeses y chinos, con una larga historia en el mejoramiento de semillas local. Esta empresa ha desarrollado 79 variedades exitosas, las que representan el 27 por ciento del total.

La importante participación de empresas domésticas es posible, aún pese a la importancia de ciertas MNC en el desarrollo de algunos eventos transgénicos altamente demandados localmente, debido al modo en que las semillas se desarrollan actualmente. En la actualidad, la mayoría de las nuevas semillas registradas y vendidas son, al igual que un teléfono o una computadora, un ensamblado de distintos componentes: un evento transgénico (obtenido y propiedad de MNC), un número de otras características logradas por otras tecnologías como el cruzamiento asistido por

CUADRO 1
Participación de firmas semilleras locales en los principales cultivos industriales* (soja, trigo, girasol y maíz)

Nombre compañía	Origen actual del capital de la empresa **	Semillas certificadas	Participación (en %)
1.Nidera	Mixto	6460596	30,76
2.Don Mario	Doméstico	3414201	16,26
3.Monsanto	Extranjero-MNC	2139732	10,19
4.Surseem	Extranjero-Adquirida	1084589	5,16
5.ACA	Doméstico	997442	4,75
6.Pioneer	Extranjero-MNC	974964	4,64
7.Klein	Doméstico	849392,6	4,04
8.Syngenta	Extranjero-MNC	788132	3,75
9.Bioceres	Doméstico	607378	2,89
10.Dow Agrosciences	Extranjero-MNC	581151	2,77
11.Buck	Doméstico	497981	2,37
12.Seminium	Extranjero-Adquirida	359275	1,71
13.Ferías del Norte	Doméstico	289522	1,38
14.Santa Rosa	Doméstico	256558	1,22
15.La Tijereta	Extranjero-Adquirida	250325	1,19
16.Lealsem	Mixto	238936	1,14
17.SPS	Extranjero-Adquirida	231222	1,10
18.Advanta	Extranjero-MNC	148874	0,71
Otros (41)		831552	3,6

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INASE.

* La participación es calculada a partir del registro de nuevas variedades vegetales en el RNC.

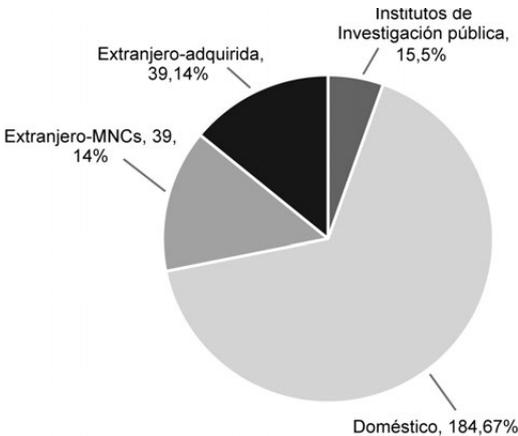
** El capital de las empresas se clasifica en Doméstico (100 % de capitales argentinos), Mixto (capitales argentinos y extranjeros), Extranjero-MNC (empresa MNC con 100 % de capitales extranjeros) y Extranjero-adquirida (empresa originalmente de capitales argentinos adquirida por otra de capitales extranjeros).

herramientas de la biotecnología o mutagénesis (tales como resistencias a nuevas enfermedades, indeterminación, duración del ciclo de madurez corto, etc.) obtenidas en el caso de Argentina generalmente por empresas locales; y todas las otras características incluidas en las semillas que derivan de años de mejoras del germoplasma por parte de los agricultores, las empresas y las instituciones públicas (cada semilla tiene aproximadamente 28.000 genes). Las firmas locales que desarrollan semillas con mejores características genéticas (que derivan en mejores niveles de productividad, por ejemplo) generalmente obtienen vía licencias los eventos transgénicos propiedad de las MNC, los incorporan a sus propias variedades de semillas y luego, utilizando técnicas de mejoramiento cruzado (asistido por modernas herramientas biotecnológicas) y formas avanzadas de mutagénesis, desarrollan nuevas variedades que se comercializan cada año y que incluyen múltiples innovaciones. Las que llevan al mercado cada año variedades con las mejoras más demandadas son las que obtienen mejores posiciones en el mercado. El caso de la empresa Don Mario es paradigmático. Esta empresa, de capitales argentinos, se dedica al desarrollo de semillas de soja. Don Mario resulta un caso extremadamente interesante dado que desde su fundación, en 1982, ha experimentado un proceso de crecimiento que la ha llevado a obtener una participación significativa no solo en el mercado argentino de semillas de soja, sino también en los más importantes de América Latina. La empresa, con subsidiarias en Brasil, Bolivia, Uruguay, Paraguay y Estados Unidos, capturó en 2013 casi el 50% del mercado de soja argentino²⁰ (su principal competidora es la empresa de capitales argentinos, holandeses y recientemente chinos –Nidera– que en 2013 poseía el otro 40 % del mercado local), aproximadamente el 25% del total del mercado brasilero y el 57% del mercado del sur de Brasil (donde la empresa se llama Brasmax), y estimativamente el 25% del total del mercado de soja en Latinoamérica (ver gráficos 4 y 5). El 20% de la producción mundial de soja pertenece a la genética de Don Mario.

Don Mario no participa deliberadamente en el desarrollo de “eventos transgénicos”. Ello no se explica por su falta de capacidad tecnológica, sino por los significativos costos que implica cumplir con los requisitos regulatorios de bioseguridad y patentamiento de estos eventos –como se expuso en la sección anterior. Sin embargo, la compañía desarrolla semillas mejoradas mediante la tecnología de cruzamiento utilizando avanzadas herramientas biotecnológicas (por ej. marcadores moleculares) y de bioinformática, y posee una compleja red de experimentación de variedades distribuida en distintos países sojeros del mundo: Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Estados Unidos, Sudáfrica y algunos países europeos. El cuadro 2 muestra el incremento en los esfuerzos de innovación realizados por Don Mario para el desarrollo de nuevas semillas. Por ejemplo, entre 1997 y 2014 las variedades de soja en fase de experimentación por año se incrementaron en promedio 270% (de 8.500 a 400.000 variedades), el número de parcelas experimentales se expandieron anualmente en promedio 209% (de 30.000 a 1.100.000) y las localidades de experimentación se incrementaron en alrededor de 76% por año (de 5 localidades a 70 localidades). Estos esfuerzos han resultado en una reducción del tiempo promedio de desarrollo de nuevas semillas de alrededor del 50% (de 12/13 años a 5/6 años) y en significativas mejoras

²⁰ El 16% de las variedades exitosas de soja en el mercado argentino entre 1996 y 2013 fueron desarrolladas por Don Mario (48 variedades). Y, si consideramos la última década, Don Mario explica el alrededor de un cuarto del total de las variedades de soja exitosas en el mercado (23%).

GRÁFICO 3
Participación de distintos actores en el desarrollo de variedades de soja exitosas en el mercado argentino* (1996-2013)



Fuente: Elaboración propia con base en rótulos de semillas provistos por la Asociación Argentina de Protección de las Obtenciones Vegetales (ArPOV).

* Los actores se clasifican en empresas de 100 % de capitales argentinos (Doméstico), empresas con 100 % de capitales extranjeros (Extranjero-MNC), empresas originalmente de capitales argentinos adquiridas por otras de capitales extranjeros (Extranjero-adquirida) e institutos de investigación pública.

genéticas (se estima que el rinde promedio de las variedades de soja de Don Mario se incrementó alrededor de 1,6% por año en el período 1998-2013, y el incremento del rinde total para ese mismo período ha sido de 22,84%).

Otro caso paradigmático para analizar es el de la empresa Bioceres. Esta empresa fue creada en 2001 por una cooperativa de 23 productores agrícolas pertenecientes a dos importantes organizaciones de sindicatos agrícolas, la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) y la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA). El objetivo de la empresa fue desde sus inicios mejorar los vínculos entre la investigación en biotecnología agrícola, llevada a cabo mayoritariamente por instituciones públicas (institutos públicos de investigación y universidades), y las necesidades de los productores agropecuarios. La compañía creó su propio laboratorio de investigación, INDEAR, en 2008. INDEAR fue el resultado de una alianza público-privada con el CONICET, casi enteramente financiado con fondos públicos, y totalmente dedicado a la investigación en genética y biología molecular. Como explicó uno de los entrevistados: "INDEAR ha buscado el desarrollo de nuestra propia plataforma tecnológica... y es una alternativa a la tercerización de los programas de I+D+I en instituciones públicas y universidades. El objetivo fue generar nuestras propias semillas transgénicas en base a nuestro propio germoplasma y venderlo a los productores agropecuarios. Consideramos que este es el modo de capturar la renta de la innovación". Un logro importante de la empresa fue el otorgamiento de tres patentes por parte de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO).

La primera patente fue concedida para proteger un potenciador de genes denominado Hahb4 que confiere a las plantas transgénicas resistencia al estrés hídrico y la salinidad. El segundo, COX5c, protege a un promotor o potenciador de genes que permite incrementar el nivel de expresión de los genes en las células de las plantas. El tercero protege el gen Hahb-10, que confiere a las plantas transgénicas ciclos de vida más breves y tolerancia al estrés oxidativo.

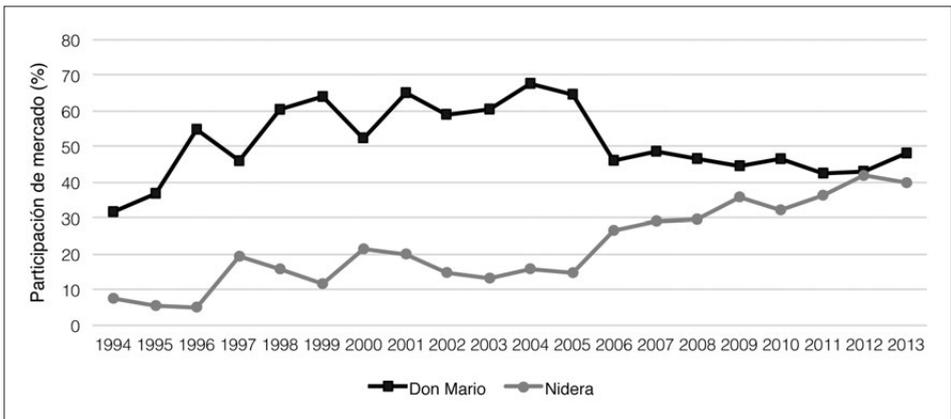
Sin embargo, actualmente Bioceres tiene dificultades para introducir los eventos transgénicos descubiertos en su propio germoplasma, ya que estos aún no han sido aprobados para su comercialización. Uno de los principales problemas que enfrenta la empresa está ligado a cumplimentar las regulaciones en el ámbito de la PI y la bioseguridad. Ambos tipos de regulaciones conllevan procesos que requieren mucho conocimiento técnico específico, tiempo y recursos que en general pequeñas y medianas empresas no poseen. La empresa ha optado por establecer alianzas con compañías internacionales para agilizar estos procesos así como licenciar sus eventos a estas grandes empresas. Sin embargo, nuestros entrevistados resaltaron que el patentamiento y los obstáculos regulatorios son todavía restricciones serias para la empresa.

En la próxima sección, analizamos los desafíos que enfrentan ambos tipos de empresas más en detalle.

4.2. Considerando los desafíos

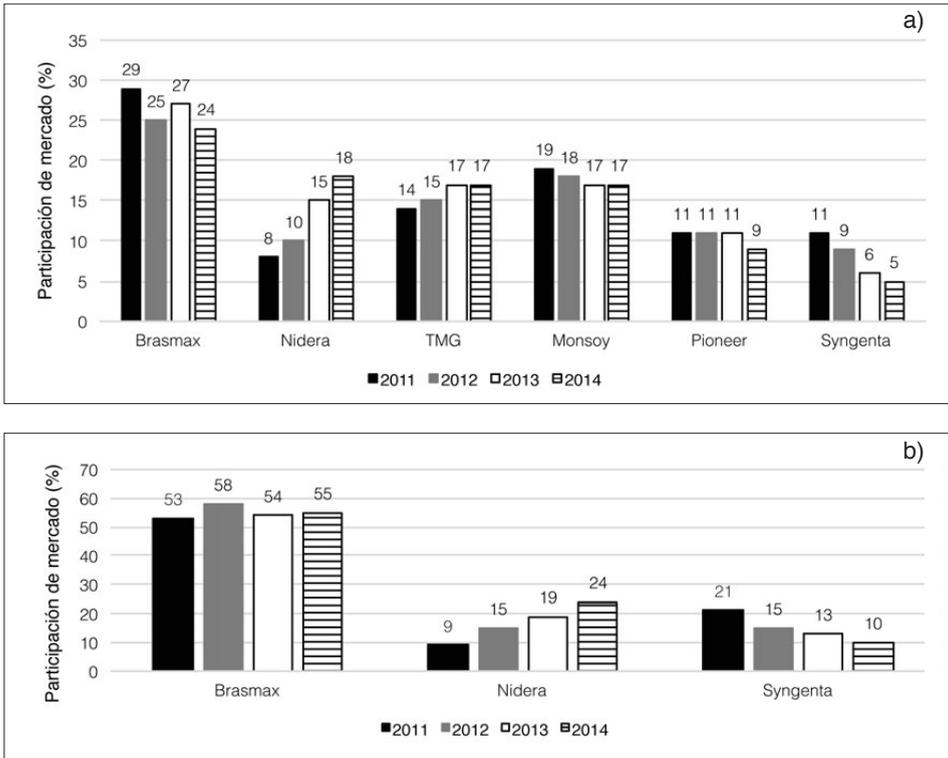
En la sección anterior analizamos el caso de dos compañías de semillas argentinas que han sabido aprovechar las nuevas oportunidades que se abrieron con la expansión de una actividad basada en RN como la actividad agrícola, a pesar de la masiva difusión de eventos transgénicos, controlados por unas pocas grandes MNC, pero utilizando dos estrategias completamente diferentes. Una de estas apuesta a la tecnología de cruzamiento y no tiene intenciones de entrar al mercado de los genes, mientras que la otra busca competir en el mercado de los transgénicos y se especializa en ingeniería genética. La pregunta es: ¿podrán esas empresas sobrevivir y crecer en este mercado en el mediano y largo plazo? En esta sección analizaremos dos tipos de amenazas a su crecimiento y supervivencia: las vinculadas a las expectativas y las vinculadas a las regulaciones; las que afectan de modo diferente a las dos compañías analizadas.

GRÁFICO 4
Participación de mercado de compañías líderes en el mercado de semillas de soja argentino (1994-2013)



Fuente: Elaboración propia con base en rótulos de semillas provistos por la Asociación Argentina de Protección de las Obtenciones Vegetales (ArPOV).

GRÁFICO 5
Participación de mercado en semillas de soja en Brasil – total del país (a) y región sur (b)



Fuente: Kleffmann Group.

Los transgénicos generan inmensas expectativas. La novedad evidente de las técnicas de ingeniería genética, y la inversión significativa que esta tecnología está recibiendo por parte de algunas de las mayores empresas dedicadas a investigación y desarrollo (IyD) en el mundo, sin duda potencian estas expectativas. No obstante, las expectativas están en gran medida vinculadas a promesas sobre la tecnología que aún no se han cumplido. La primera de ellas –que las técnicas de ingeniería genética mejorarán el *proceso* de innovación en semillas– se basa, en gran medida, en el hecho de que la ingeniería genética puede explotar el avanzado conocimiento científico en biología molecular. Pero, como muchos científicos y asociaciones científicas profesionales cautelosamente reconocen, los mismos cuerpos de conocimiento avanzado pueden ser y están siendo utilizados en otras tecnologías como mejoramiento cruzado y mutagénesis, potenciando dichas técnicas también –fundamentalmente en términos de precisión y reducción del tiempo de innovación (Biochemical Society, 2011). Por ejemplo, el uso de técnicas genómicas como la selección asistida por marcadores

moleculares incrementa significativamente la precisión y predictibilidad del mejoramiento cruzado y reduce el tiempo que requiere desarrollar una nueva variedad de soja (Beddington, 2010; Morrell *et al.*, 2011; McCouch *et al.*, 2013). La segunda de ellas es que la ingeniería genética puede mejorar los *resultados* de la innovación en semillas. Hasta la fecha es notoria la poca evidencia existente en respaldo de este argumento. A comienzos de los años 90, los defensores de la tecnología sostenían, por ejemplo, que la ingeniería genética, y en particular el desarrollo de transgénicos, permitirían lograr mayores rindes, resolver problemas agrícolas (como la tolerancia a la sequía), usar y tornar más eficiente otros insumos agrícolas (como fertilizantes y otras sustancias químicas), y hasta mejorar la calidad nutricional de los cultivos. Sin embargo, luego de 25 años de inversión y de esfuerzos internacionales en la materia se han producido solo dos tipos de resultados en semillas: la tolerancia a herbicidas y la resistencia a enfermedades. En cultivos en los que se han incorporado estas características (como soja, maíz y algodón) se ha logrado reducir los costos de producción, simplificar el manejo en el campo y reducir la incertidumbre, pero las características obtenidas vía transgénesis no han tenido a la fecha efectos directos sobre el rendimiento o la calidad nutricional de los cultivos prometidos en un principio (Qaim, 2009).

Como consecuencia de las altas expectativas generadas alrededor de la tecnología de ingeniería genética, los gobiernos de países en desarrollo, como China, India, Brasil, Argentina, Egipto y Sudáfrica, han venido realizando grandes inversiones en el desarrollo de capacidades vinculadas a la transgénesis para alcanzar lo que se percibe como la frontera tecnológica líder en la innovación en semillas (Ministerio de Economía y Producción, 2004; Pray y Naseem, 2007; Uctu y Essop, 2013). El respaldo brindado por el gobierno argentino a la compañía Bioceres, la que financió su actividad de investigación casi enteramente con fondos públicos, es un claro ejemplo de este tipo de políticas. Esto no constituye necesariamente un problema para compañías como Don Mario que basan su competitividad en otro tipo de tecnologías²¹. Sin embargo, dado que los recursos financieros son limitados; la IyD y otras formas de respaldo para el desarrollo de capacidades en ingeniería genética de semillas implica necesariamente menos recursos disponibles para opciones alternativas (excepto si las capacidades pueden aplicarse universalmente en todas las tecnologías alternativas).

Además, al momento no resulta tan claro hasta qué punto las inversiones en ingeniería genética –y en transgénesis en particular– podrán generar los beneficios esperados. Para los gobiernos de países en desarrollo, la idea de contar con compañías de semillas locales altamente redituables, que se especialicen en innovación en semillas transgénicas puede resultar atractivo, pero es una opción que en la práctica parece difícil para cualquiera, excepto las grandes MNC, que tienen las capacidades financieras para sortear las altas barreras de entrada a este mercado. Como se enfatizó en secciones anteriores, los costos regulatorios para la comercialización de semillas transgénicas son formidables. Las pruebas de seguridad alimentaria y bioseguridad de las semillas transgénicas (las cuales no son necesarias para las semillas creadas mediante mejoramiento cruzado o mutagénesis) pueden exceder en mucha magnitud los costos de IyD de las semillas transgénicas. Asimismo, si bien es probable que los costos de IyD asociados a una tecnología disminuyan con el

²¹ En rigor, distintas estrategias de innovación en semillas pueden no ser incompatibles entre ellas (excepto cuando la contaminación de semillas no modificadas transgénicamente o cultivos con transgenes tiene implicancias para el insumo de semillas y/o el mercado de producción de cultivos).

CUADRO 2
Evolución de los esfuerzos de innovación de Don Mario
en Argentina (1997-2013)

	1997	2013
Variedades de soja	8.500	400.000
Número de parcelas experimentales	30.000	1.100.000
Número de ubicaciones de experimentación	5	70

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la empresa.

Don Mario no tiene patentes debido a que no participa en el negocio de los genes. Sin embargo, es una de las compañías con el mayor número de nuevas variedades de soja registradas en el mercado argentino (en el período 2000-2013 sus variedades inscriptas en el RNCP representaron el 26% del total).

tiempo, incluso sustancialmente, es improbable que los costos regulatorios lo hagan (los que incluso es probable que aumenten). Las características de la estructura de la industria de semillas transgénicas actual, y su evolución, tiene importantes similitudes con el desarrollo y estructura de la industria farmacéutica, en la que los altos costos regulatorios contribuyeron a crear una estructura industrial de tipo oligopólica. La experiencia de nuestros casos de estudio respaldan estas ideas. Don Mario, a pesar de ser una firma sumamente innovadora y basada en ciencia, no está interesada en ingresar al negocio de semillas transgénicas debido a que carece de la escala y de los recursos financieros necesarios para enfrentar los costos regulatorios que ello implica. Aunque Bioceres puede categorizarse como una empresa de semillas transgénicas, enfrenta problemas relacionados al cumplimiento de las regulaciones de patentes y de bioseguridad, y se ve obligada a establecer alianzas con compañías internacionales mucho más grandes para poder sortear dichas dificultades²².

Además el sistema de DPI relacionado a semillas en Argentina, como en muchos otros países, desfavorece claramente a empresas como Don Mario, que desarrollan germoplasma. Actualmente en Argentina los DPI sobre mejoramiento de vegetales están regulados por UPOV 1978, el que brinda un nivel de protección sustancialmente más bajo que las patentes (ver sección 3.1). Pero, las secuencias de genes

²² Además de los altos costos de ingreso al mercado, existen diversas otras razones por las que para las compañías de semillas de países en desarrollo el enfoque transgénico puede ser poco adecuado o riesgoso. Estas incluyen el hecho de que los altos costos regulatorios y de patentamiento de los transgénicos requieren de grandes mercados para justificar la inversión. Para las compañías interesadas en mejorar semillas para mercados relativamente más pequeños, las tecnologías transgénicas pueden no ser comercialmente viables. Asimismo, las inquietudes acerca de los potenciales, pero difíciles de predecir, efectos adversos en cultivos y alimentos transgénicos, en la biodiversidad y/o la salud humana genera que los mercados de productos para plantas transgénicas no existan actualmente en ciertas jurisdicciones, más particularmente en Europa. Del mismo modo, ciertos cultivos solo usados en alimentación humana, como el trigo y el arroz, no cuentan actualmente con un mercado potencial que esté dispuesto a consumir estos alimentos con modificaciones transgénicas; en rigor, todo el mercado para los productos transgénicos es vulnerable al descubrimiento de futuros efectos adversos.

con funciones conocidas, pueden ser patentadas. Esto crea un desequilibrio entre el propietario de una variedad vegetal (mayoritariamente firmas locales como Don Mario) y el propietario de un gen (fundamentalmente MNC), en el que el primero no puede tener acceso al gen protegido por una patente sin una licencia; mientras que el segundo puede acceder legalmente con menores condicionamientos a la variedad vegetal. Del mismo modo, la coexistencia de dos regímenes de PI distintos en la semilla transgénica –el gen transgénico que está patentado y la variedad vegetal que se protege por UPOV 1978 en Argentina y otros países– genera que el cumplimiento del “privilegio del agricultor” a guardar semilla se vea amenazado dado que las patentes que protegen el gen transgénico no reconocen este derecho.

Actualmente, en el mercado de soja argentino, las asimetrías de DPI facilitan que Monsanto, dueña del gen que confiere a las semillas de soja resistencia a glifosato, capture el 66% del valor total de las semillas de soja, mientras que el otro 33% es compartido entre los desarrolladores de germoplasma (empresas como Don Mario) y las firmas que multiplican las semillas. La evidencia disponible, sin embargo, no permite indicar que el modo en que se distribuye la renta entre los diferentes actores de la cadena esté relacionado al aporte relativo de cada uno al valor total de las semillas. En verdad, si bien se ha mostrado que la resistencia al glifosato (dado por el transgen de Monsanto) ayuda a los agricultores a simplificar el manejo en el campo y reducir los costos de producción, otras mejoras en las semillas (como las realizadas por empresas como Don Mario) han impactado más en los incrementos del rinde de la soja (Marin *et al.*, 2014). Las empresas de semillas locales piden el fortalecimiento de los DPI que se aplican a las mejoras de germoplasma (por ejemplo, mediante la adhesión a UPOV 91), lo que reduciría la asimetría entre este tipo de empresas y los propietarios de los genes. Sin embargo, otros sostienen que la total privatización de las semillas, la cual impediría la continuidad del “privilegio del agricultor”, perjudicaría además la diversidad biológica y la seguridad alimentaria. Es incierto además hasta qué punto el hecho de adoptar DPI más fuertes contribuirá o no a incentivar mayores esfuerzos de innovación entre los mejoradores locales o simplemente les otorgará mayor poder de negociación con los dueños de los genes.

Mientras tanto, las grandes MNC ostentan a nivel mundial un creciente poder de mercado. En el caso de los cultivos con eventos transgénicos aprobados (como maíz, algodón y soja), las MNC poseen una posición dominante en el mercado de los genes. Además, las grandes MNC no solo comercializan vía licencia los genes transgénicos, sino que también intentan capturar mayor porción del mercado de semillas adquiriendo pequeñas y medianas empresas locales. Países como Argentina, con un mercado de semillas local altamente desarrollado y con semilleras domésticas con capacidades avanzadas en mejoramiento vegetal corren el riesgo, por lo tanto, de perder estas capacidades locales como de transferir la propiedad de la diversidad biológica local (contenida en los bancos de germoplasma propiedad de las firmas locales) a grandes MNC. Este es un desafío importante para la política agrícola de países como la Argentina.

Comentarios finales

Este artículo analizó las nuevas oportunidades de innovación en una actividad de RN que se está transformando muy rápidamente: el desarrollo de semillas. Las semillas han sido históricamente un bien público pero se han venido transformando

en las últimas décadas en un producto de conocimiento intensivo, que contiene una multiplicidad de servicios tecnológicos. Además, han emergido nuevas posibilidades tecnológicas que favorecen el desarrollo de servicios que incorporan las semillas, y la demanda de los agricultores, cada vez más receptivos a la aplicación de este nuevo conocimiento en el desarrollo de distintas clases de semillas.

Países como Argentina, que cuentan con un sector agrícola dinámico y económicamente relevante, una historia en mejoramiento vegetal de larga data que ha resultado en la acumulación de sustantivas capacidades tecnológicas y productivas e importantes instituciones públicas de tecnología agrícola, se hallan en buena posición para aprovechar las nuevas oportunidades que se presentan para innovar en RN. En verdad, hemos mostrado en el caso de Argentina que unas pocas compañías locales obtuvieron posiciones importantes en el mercado regional con base en inversiones significativas en innovación. Sin embargo, estas firmas enfrentan diversos desafíos vinculados con políticas y regulaciones, concentración de mercado y expectativas, que en caso de no resolverse limitarán las posibilidades de una mayor expansión de las mismas.

Una pregunta importante para abordar tanto desde el punto de vista de la academia como desde la política es: ¿pueden los países en desarrollo desenvolver las capacidades e instituciones para enfrentar estos desafíos de una manera creativa, en el contexto de una economía global crecientemente “regulada” por acuerdos internacionales? Además, ¿pueden países como Argentina o Brasil evitar el avance de las posiciones monopólicas de las MNC en el mercado de semillas local? Asimismo, ¿qué tipo de regulaciones son las más adecuadas para el mayor desarrollo y protección de la industria de semillas local en este tipo de países? Interrogantes de este tipo deberían marcar la agenda de desarrollo a futuro, si el objetivo es aprovechar las oportunidades asociadas a los RN, o cualquier otra oportunidad nueva que surja.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEMOGLU, D., JOHNSON, S. y ROBINSON, J. (2002). "Reversal of Fortune: Geography and institutions in the making of the modern world income distribution", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, Nº 4, 1231-1294.
- ALEXANDRATOS N., BRUINSMA, J. (2012). *World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision*. ESA Working Paper Nº 12-03. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ANDERSEN, A. D. (2012). "Towards a new approach to natural resources and development: the role of learning, innovation and linkage dynamics", *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 5, Nº 3, 291-324.
- ARUNDEL, A. y SAWAYA, D. (2009). Biotechnologies in Agriculture and Related Natural Resources to 2015. *OECD Journal: General Papers*, vol. 3.
- BEDDINGTON, J. (2010). "Food security: contributions from science to a new and greener revolution", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365 (1537), 61-71.
- BIOCHEMICAL SOCIETY (2011). *Genetically modified crops, feed and food*. Recuperado en <http://www.biochemistry.org/LinkClick.aspx?fileticket=qf3Zm6MDTmw%3d&tabid=491>
- BISANG, R. (2003). Apertura económica, innovación y estructura productiva: La aplicación de la biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina. *Desarrollo Económico*, vol. 43, Nº 171.
- BRUNIS, M. (2009). The evolution and contribution of plant breeding to global agriculture", en *Responding to the challenges of a changing world: The role of new plant varieties and high quality seed agriculture*. Roma: FAO.
- CANTWELL, J. (1995). "The globalisation of technology: what remains of the product cycle model?", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, Nº 1, 155-174.
- CANTWELL, J. (2001). "Innovation and information technology in MNEs", en: Rugman, A. M y Brewer, T. L. (Eds.), *The Oxford Handbook of International Business*, Oxford: Oxford University Press, pp. 431-456.
- CANTWELL, J. y SANNA-RANDACCIO, F. (1993). "Multinationality and firm growth", *Review of World Economics*, vol. 129, Nº 2, 275-299.
- CLIVE, J. (2013). "Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013", *ISAAA Brief Nº 46*. ISAAA: Ithaca, New York.
- DUNNING, J. (1994). "Re-evaluating the benefits of foreign direct investment", *Transnational Corporations*, vol. 3, Nº 1, 23-51.
- FAO (2006). *Quality declared seed system*. Recuperado en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0503e/a0503e00.pdf>.
- FAO (2009). *Global agriculture towards 2050*. High Level Expert Forum - How to feed the world in 2050.
- FERNANDEZ-CORNEJO, J. (2004). "The Seed Industry in US agriculture: An exploration of data and information on crop seeds markets, regulation, industry structure, and research and development", *Agriculture Information Bulletin Nº 786*, Economic Research Service. Washington: United States Department of Agriculture.
- FERNANDEZ-CORNEJO, J. y SPIELMAN, D. (2002). "Concentration, Market Power, and Cost Efficiency in the Corn Seed Industry", trabajo seleccionado presentado en el *Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association*, Long Beach, CA.
- GUTIÉRREZ, Marta y PENNA, Julio A. (2004). *Derechos de obtentor y estrategias de marketing en la generación de variedades públicas y privada*. Documento de Trabajo Nº 31, INTA.
- KANUNGW, M. B. (2009). "Anticipated demands and challenges to plant breeding and related technologies into the future", en *Responding to the challenges of a changing world: The role of new plant varieties and high quality seed agriculture*. Roma: FAO.
- KAPLINSKY, R. (2009). "China and the terms of trade: The challenge to development strategy in SubSaharan Africa", en: E. Paus, P. Prime y J. Western (Eds.). *The Rise of China: Global Implications*. London: Palgrave.
- KATZ, J. y STUMPO, G. (2001). "Regímenes sectoriales, productividad y competitividad internacional", *Revista de la CEPAL*, Nº 75 (LC/G.2150-P/E), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), diciembre.
- KOGUT, B. (2002). "International Management and Strategy", en: A. Pettigrew, H. Thomas, R. Whittington (Eds.), *Handbook of Strategy and Management*. London: Sage Publications, pp. 261-278.
- LALL, S. (2000). "The technological structure and Performance of Developing countries Manufactured Exports 1985-98", *Oxford Development Studies*, vol. 28, Nº 3, 337-369.
- MARIN, A. (2007). *The Modern Multinational Corporation & Technological Upgrading in Recipient Countries*:

- New policy Opportunities for Developing Countries.* SciDev.Net Policy Briefs. Disponible en <http://www.scidev.net/dossiers>.
- MARIN, A. y ARZA, V. (2009). "From Technology Diffusion to International Involvement: Re-Thinking the Role of MNCs in Innovation Systems of Developing Countries", en B. A. Lundvall, K. Joseph, C. Chaminade y J. Van (Eds.), *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries - Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Edward Elgar.
- MARIN, A., STUBRIN, L. y VAN ZWANENBERG, P. (2014). *Developing capabilities in the seed industry: which direction to follow?* University of Sussex Working Paper.
- MARIN, A., NAVAS-ALEMÁN, L. y PÉREZ, C. (en prensa). Natural Resource Industries as a Platform for the Development of Knowledge Intensive Industries.
- MCCOUCH, S., BAUTE, G. J., BRADEEN, J., BRAMEL, P., BRETTEING, P.K., BUCKLER, E. ... y ZAMIR, D. (2013). "Agriculture: Feeding the future", *Nature*, 499(7456), 23-24.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN, SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN DE LA NACIÓN, Oficina de Biotecnología. (2004). *Plan Estratégico 2005 - 2015 para el desarrollo de la biotecnología agropecuaria*. Buenos Aires.
- MORRELL, P. L., BUCKLER, E. S., y ROSS-IBARRA, J. (2011). "Crop genomics: advances and applications", *Nature Reviews Genetics*, vol. 13, N° 2, 85-96.
- OECD (1997). *Revision of the high technology sector and product classification*, DSTI/IND/STP/SWP/NESTI (97) 1. París: OECD.
- ORGANIC COTTON ASSOCIATION (2014). *U.S. Organic Cotton Production & Marketing Trends*. Recuperado en <http://www.ota.com/pics/documents/2012-2013-Organic-Cotton-Report.pdf>.
- PÉREZ, C. (2010). "Technological dynamism and social inclusion in Latin America: a resource-based development strategy", *CEPAL Review*, N° 100, 121-141.
- PRAY, C. E. y NASEEM, A. (2007). "Supplying crop biotechnology to the poor: opportunities and constraints", *Journal of Development Studies*, vol. 43, N° 1, 192-217.
- QAIM M. (2009). "The Economics of Genetically Modified Crops", *Annual Review of Resource Economics*, 1, 665-93.
- SANTOS, D., FERRARI, B., FRESOLI, D., BERET, P., BE-NAVIDEZ, R., VICENTINI, R. *et al.* (2001). *Ganancia Genética en soja en Argentina entre 1980 y 2000*. Acojsa. Recuperado en: <http://www.prosoja.org.ar/publicaciones.html>
- SANTOS, D. J., SADRAS, V.O. y ANDRADE, F.H. (2004). *Influence of growing conditions on the expression of breeding success: the case of Argentina*. Proceedings from VII World Soybean Research Conference. Foz do Iguaçu.
- SCHENKELAARS P., DE VRIEND, H. y KALAITZANDONAKES, N. (2011). *Drivers of Consolidation in the Seed Industry and its Consequences for Innovation*. Comission of Genetic Modificaton (COGEM) of The Netherlands.
- SCHNEPF, R., DOHLMAN, E. y BOLLING, C. (2001). *Agriculture in Brazil and Argentina: Developments and Prospects for Major Field Crops*. Washington DC: Economic Research Service, US Department of Agriculture.
- SINGER, H. (1950). The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries, *American Economic Review*, 44, 473-85.
- SINGER, H. (1975). *The Strategy of International Development: Essays in the Economics of Backwardness*. Macmillan.
- SPECHT, J. E. y WILLIAMS, J. H. (1984). "Contribution of genetic technology to soybean productivity-retrospect and prospect", en W. R. Fehr (Ed.) *Genetic contributions to yield gains of five major crop plants* (49-74). Madison, Wisconsin: ASA, CSSA.
- STEVENS, P. (2005). "'Resource curse' and how to avoid it?", *The Journal of Energy and Development*, vol. 31, N° 1, 1-20.
- TRIGO, E. (2011). *Fifteen years of genetically modified crops in Argentine agriculture*. Buenos Aires: Argentine Council for Information and Development of Biotechnology.
- TRIPP, R., LOUWAARS, N. y EATON, D. (2007). "Plant variety protection in developing countries. A report from the field", *Food Policy*, 32: 354-371.
- UCTU, R. y ESSOP, H. (2013). "The role of government in developing the biotechnology industry: a South African perspective", *Prometheus*, vol. 31, N° 1, 21-33.

RESUMEN

En este artículo exploramos las nuevas oportunidades, y también los nuevos desafíos, para la innovación en industrias de Recursos Naturales (RN) en países en desarrollo. El análisis se centra en la industria de semillas. Utilizando evidencia del caso argentino estudiamos cómo se están aprovechando las nuevas oportunidades creadas para la innovación en una industria de RN como la de semillas –asociadas a importantes cambios en la demanda, a avances tecnológicos significativos y a cambios institucionales y regulatorios– y cómo ciertos desafíos cuestionan la capacidad de hacer uso de estas nuevas oportunidades. En este país

unas pocas compañías locales obtuvieron posiciones importantes en el mercado regional con base en inversiones significativas en innovación. Sin embargo, estas firmas enfrentan diversos desafíos vinculados a políticas y regulaciones, concentración de mercado y expectativas, que obstaculizan su expansión. Los resultados del trabajo sugieren que, a medida que se crean nuevas oportunidades también surgen nuevos desafíos, y los países que no comprenden cabalmente este hecho pueden perder la oportunidad histórica de convertirse en líderes innovadores mundiales en RN y en industrias relacionadas.

SUMMARY

In this article we explore new opportunities and new challenges for innovation in Natural Resources (NRs) industries in developing countries. The analysis focuses on the seed industry. Using evidence of the case of Argentina we studied how new opportunities are being taken to innovate in seeds –these opportunities are associated to important changes in demand, significant advances in science and technology and institutional and regulatory changes– and how some new challenges are questioning the capacity to pursue further some of these new opportunities. In this country a few local

companies gained important positions in the regional market based on significant investments in innovation. However, these firms face many challenges associated with policies and regulations, market concentration and expectations, which if they are not addressed limit expansion of these firms. The results of this article suggest that as new opportunities are being created, new challenges also emerge, and countries which do not comprehend fully both of these might lose the opportunity opened by this historical moment of change to become world leader innovators in NRs and related industries.

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

MARIN, Anabel y STUBRIN, Lilia

"Oportunidades y desafíos para convertirse en un innovador mundial en Recursos Naturales (RN). El caso de las empresas de semillas en Argentina". *DESARROLLO ECONÓMICO – REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES* (Buenos Aires), vol. 56, N° 220, enero-abril 2017 (pp. 471-497).

Palabras clave: <Semillas> <Argentina> <Innovación> <Recursos naturales>.

Keywords: <Seeds> <Argentina> <Innovation> <Natural resources>.

Clasificación JEL: 013 – 033 – 038